This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

UC-NRLF
$B 189 933

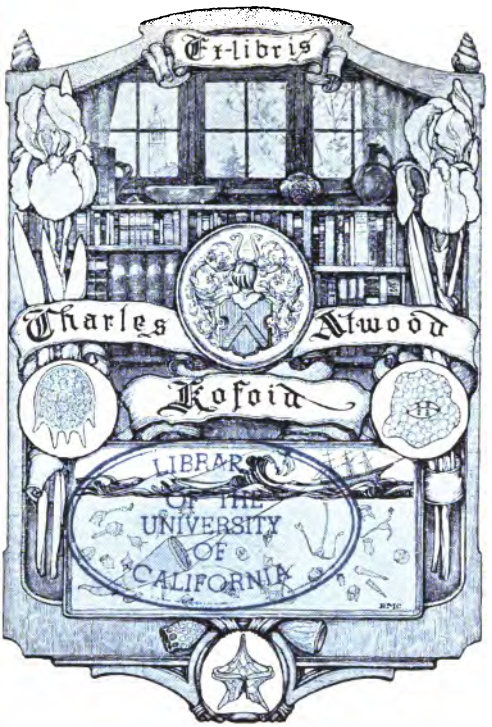
[redacted]us Natur und Geisteswelt

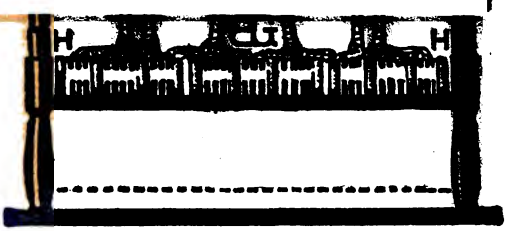
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen

J. L. Heiberg

Naturwissenschaften und Mathematik im klassischen Altertum

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig





Ein voll… …mlung „Aus Natur
und Ge… …hluß dieſes Bandes.

Aus Natur

Die Sammlung
„Aus Natur und Geisteswelt"

die nunmehr auf ein mehr denn zehnjähriges Bestehen zurückblicken darf und jetzt über 350 Bände umfaßt, von denen 70 bereits in zweiter bis vierter Auflage vorliegen, verdankt ihr Entstehen dem Wunsche, an der Erfüllung einer bedeutsamen sozialen Aufgabe mitzuwirken. Sie soll an ihrem Teil der unserer Kultur aus der Scheidung in Kasten drohenden Gefahr begegnen helfen, soll dem Gelehrten es ermöglichen, sich an weitere Kreise zu wenden, dem materiell arbeitenden Menschen Gelegenheit bieten, mit den geistigen Errungenschaften in Fühlung zu bleiben. Der Gefahr, der Halbbildung zu dienen, begegnet sie, indem sie nicht in der Vorführung einer Fülle von Lehrstoff und Lehrsätzen oder etwa gar unerwiesenen Hypothesen ihre Aufgabe sucht, sondern darin, dem Leser Verständnis dafür zu vermitteln, wie die moderne Wissenschaft es erreicht hat, über wichtige Fragen von allgemeinstem Interesse Licht zu verbreiten. So lehrt sie nicht nur die zurzeit auf jene Fragen erzielten Antworten kennen, sondern zugleich durch Begreifen der zur Lösung verwandten Methoden ein selbständiges Urteil gewinnen über den Grad der Zuverlässigkeit jener Antworten.

Es ist gewiß durchaus unmöglich und unnötig, daß alle Welt sich mit geschichtlichen, naturwissenschaftlichen und philosophischen Studien befasse. Es kommt nur darauf an, daß jeder Mensch an einem Punkte sich über den engen Kreis, in den ihn heute meist der Beruf einschließt, erhebt, an einem Punkte die Freiheit und Selbständigkeit des geistigen Lebens gewinnt. In diesem Sinne bieten die einzelnen, in sich abgeschlossenen Schriften gerade dem „Laien" auf dem betreffenden Gebiete in voller Anschaulichkeit und lebendiger Frische eine gedrängte, aber anregende Übersicht.

Freilich kann diese gute und allein berechtigte Art der Popularisierung der Wissenschaft nur von den ersten Kräften geleistet werden; in den Dienst der mit der Sammlung verfolgten Aufgaben haben sich denn aber auch in dankenswertester Weise von Anfang an die besten Namen gestellt, und die Sammlung hat sich dieser Teilnahme dauernd zu erfreuen gehabt.

So wollen die schmucken, gehaltvollen Bände die Freude am Buche wecken, sie wollen daran gewöhnen, einen kleinen Betrag, den man für Erfüllung körperlicher Bedürfnisse nicht anzusehen pflegt, auch für die Befriedigung geistiger anzuwenden. Durch den billigen Preis ermöglichen sie es tatsächlich jedem, auch dem wenig Begüterten, sich eine kleine Bibliothek zu schaffen, die das für ihn Wertvollste „Aus Natur und Geisteswelt" vereinigt.

Leipzig, 1911. **B. G. Teubner.**

Aus Natur und Geisteswelt
Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen
370. Bändchen

Naturwissenschaften und Mathematik im klassischen Altertum

Von
J. L. Heiberg
in Kopenhagen

Mit 2 Figuren
im Text

Druck und Verlag von B. G. Teubner in Leipzig 1912

Old sec

Copyright 1912 by B. G. Teubner in Leipzig.

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Q127
G7H4

Vorwort.

Daß die Griechen nicht nur in Poesie und Kunst, sondern auch in allen Fachwissenschaften direkt und indirekt die Lehrmeister unserer Kultur sind, ist zwar von den Fachleuten auf allen Gebieten anerkannt; aber in weiteren Kreisen dürfte die ästhetische Schätzung der griechischen Literatur noch immer die vorherrschende sein, und die populären Darstellungen der literarischen Leistungen der Griechen übergehen meist ihre Fachwissenschaft oder behandeln sie wenigstens sehr knapp. Ich bin daher gern dem Wunsche des Verlegers nachgekommen, die kurze Darstellung der Naturwissenschaften und der Mathematik der Griechen, die ich für Gercke-Norden, Einleitung in die Altertumswissenschaft Bd. II, geschrieben habe, für diese Sammlung ausführlicher und populärer umzugestalten.

Kopenhagen, Sylvesterabend 1911.

J. L. Heiberg.

46429

Inhaltsverzeichnis.

			Seite
Kap.	I	Die ionische Naturphilosophie	1
„	II	Die Pythagoreer	6
„	III	Die Entwicklung der Heilkunde im V. Jahrhundert. Hippokrates	11
„	IV	Die Entwicklung der Mathematik im V. Jahrhundert	21
„	V	Platon. Die Akademie	25
„	VI	Aristoteles. Der Peripatos	32
„	VII	Die alexandrinische Periode	42
„	VIII	Die Epigonenzeit	66
„	IX	Die Römer	73
„	X	Die griechische Fachliteratur der Kaiserzeit. Byzanz	78
		Literaturnachweise	98
		Namenverzeichnis	101

I. Kapitel.

Die ionische Naturphilosophie.

Das „Sich-Wundern", das nach Aristoteles der Anfang aller Wissenschaft ist, richtet sich bei dem primitiven Menschen nach außen. Während er sowenig wie das Kind über sein eigenes Wesen nachdenkt, ja nicht einmal das Äußere von Seinesgleichen mit so scharfen Augen beobachtet wie z. B. seine Haustiere, so erregt die ihn umgebende Natur seine interessierte Aufmerksamkeit; Erde und Himmel und ihre Vorgänge setzen seine Phantasie und sein keimendes Denkvermögen in Bewegung. Es gibt wohl kein Volk, das sich nicht die Frage vorgelegt hätte, was Donner und Blitz und Regen sind, wie sie entstehen, wie Himmel und Erde geworden sind, woher Pflanzen und Tiere stammen, wie der erste Mensch erzeugt wurde. Die ersten Antworten auf diese Fragen sind notwendig mythisch; die unreife Denkkraft ist schnell befriedigt durch irgendeine kindliche Analogie, die alle Erscheinungen aus den am Menschen gemachten Erfahrungen erklärt. Jede Mythologie, die barocken Einfälle der Edda sogut wie der Schöpfungsbericht der Genesis und die intellektuell sehr viel höher stehende Kosmogonie des Hesiodos, ist so ein Versuch, sich in der umgebenden Welt zu orientieren, und erhält insofern einen wissenschaftlichen Keim, von verschiedenem Wert nach der Veranlagung des Volkes, das damit seinen Drang nach Erkenntnis befriedigt hat. Auf dem Boden der mythischen Denkweise können zwar richtige und wertvolle Beobachtungen im Laufe der Zeit angehäuft werden; aber eine Wissenschaft entsteht daraus so wenig wie aus den Handgriffen und Fertigkeiten, die durch praktische Bedürfnisse erzeugt werden. Wo diese Ansätze zur Wissenschaft nur von den Priestern oder den Praktikern gepflegt werden, kommt der Forschungstrieb gewöhnlich nicht zur Entfaltung, sondern erstickt unter dem Banne der Tradition oder erstarrt in Routine. So haben die Babylonier und Ägypter in Astronomie und Geometrie den Griechen zwar vorgearbeitet und Material geliefert; aber aus dem toten Stoff eine entwicklungsfähige Wissenschaft schöpfen vermochten allein die Griechen. Mit Recht verehrt unsere gesamte Wissenschaft die ionischen Denker des sechsten Jahrhunderts als ihre Stammväter.

Unter den griechischen Auswanderern, die das Küstenland von Kleinasien besiedelt hatten, taten sich die Jonier hervor durch Unternehmungsgeist und Wißbegierde. Durch Klima und Reichtum des Landes begünstigt, hatten sie zu Hause die äußeren Bedingungen der Kultur sich erworben, und wie Odysseus, den sie in ihrem eigenen Bilde zu ihrem Nationalhelden umgeprägt hatten, waren sie als kühne Seefahrer weit in der Welt herumgekommen, hatten beobachtet und gelernt bei den Fremden und manche sonderbare Kunde mit nach Hause gebracht und weitererzählt. Es ist charakteristisch, daß die Odyssee an ihrem Helden hervorhebt, daß er „vieler Menschen Städte sah und ihre Sitten kennen lernte", und daß sie ihn mehrmals sein Leben aus reiner Wißbegierde aufs Spiel setzen läßt; so geht er zu den Kyklopen, um zu erfahren, „was sie für Leute sind, ob wild und übermütig oder gastfreundlich und fromm". Ähnlich wird mancher ionischer Schiffer an fremden Gestaden gedacht und gehandelt haben, und bei Herodotos tritt uns dieser Odysseustrieb lebendig entgegen. Alle Erzeugnisse des altionischen Geistes, die homerischen Gleichnisse wie die Beobachtungen der Hippokratiker, die Vasenmalerei wie die ethnographischen Schilderungen Herodots, zeigen eine wunderbar scharfe Beobachtungsgabe, und der nüchterne Realismus, unterstützt von der Umpflanzung auf fremden Boden, bringt eine selbstbewußte Unabhängigkeit von der Tradition mit sich, die kühn über alles und jedes räsonniert. Die geistig hoch entwickelte homerische Welt hat manches Vorurteil und manchen Aberglauben beseitigt, worunter die Griechen im Mutterlande noch lange seufzen; Xenophanes erklärt dem Volksglauben einen erbitterten Krieg, die Ärzte spotten über die Vorstellung von gottgesandten Krankheiten, und selbst bei dem gottesfürchtigen Herodotos durchbricht seine ionische Skepsis oft genug die von Athen beeinflußte Gläubigkeit, und seine Weltkenntnis hat ihn über die Realität menschlicher Glaubens- und Moralsatzungen aufgeklärt.

So waren bei den Joniern alle Bedingungen für die Geburt der Wissenschaft da. Als deren Vater, d. h. als den ersten, der mit dauerndem Erfolg wissenschaftliche Fragen in Verein mit Gleichgesinnten behandelte, nennen die Griechen selbst von jeher Thales, des Examyes' Sohn, einen milesischen Kaufmann gemischter Herkunft. Das wenige, was wir von ihm wissen, zeigt ihn zunächst als einen weitgereisten Vermittler fremder Weisheit. In Ägypten hatte er einige feldmesserische

Aufgaben und ihre Lösung kennen gelernt, und wenn er die totale Sonnenfinsternis vom 28. Mai 585 voraussagen konnte, muß er mit astronomischen Tafeln der Babylonier und ihrem Gebrauch irgendwo bekannt geworden sein. Ob auch bei seiner wissenschaftlichen Haupttat fremde Einflüsse sich geltend machten, können wir nicht entscheiden. Die Frage, die er stellte, war die uralte: Wie ist die Welt entstanden? Seine Antwort aber schob alle Mythologie beiseite; an die Stelle phantastischer Gebilde trat ein reeller Stoff: aus dem Wasser sei alles entstanden. In der richtigen Erkenntnis, daß die scheinbare Mannigfaltigkeit möglichst reduziert werden müsse, tat er mit jugendlicher Kühnheit gleich den Riesenschritt zu der Annahme eines einzigen Grundstoffes. Hierin folgte ihm die milesische Naturphilosophie, wenn auch die Ansichten über die Art dieses Grundstoffs wechselten; Anaximandros nannte es „das Unbegrenzte", Anaximenes fand die Eigenschaften dieses Unbegrenzten bei der Luft wieder, für Herakleitos von Ephesos war der Grundstoff, der alles erzeugte und wieder verschlang, mit dem Feuer identisch. Alle diese Denker brachten auch wesentliche Fortschritte in der physikalischen Erklärung der Erscheinungen, wenn auch das Material, worüber sie verfügten, meist nur geniale Ahnungen des Zusammenhangs gestattete, und wenn sie daher auch ebensooft in ungeduldiger Kühnheit auf verfehlte und abenteuerliche Hypothesen verfielen. So findet man bei Anaximandros Gedanken, die an Darwin erinnern, Anaximenes erklärt die Entstehung der Dinge durch Verdichtung und Verdünnung des Grundstoffs, Herakleitos berührt sich in der Annahme einer unaufhörlichen Bewegung des Stoffs mit moderner Physik und formuliert zum erstenmal den Begriff einer Gesetzmäßigkeit der Natur. So hatte die Vorstellung des Kosmos die Willkür mythologischer Phantasiegebilde besiegt, und die Bahn war geöffnet für eine rationelle Weltauffassung.

Die ionische Naturphilosophie umfaßte infolge ihrer Forschungsrichtung und Problemstellung die Elemente mehrerer Wissenschaften: Physik, Astronomie, Geographie und Mathematik. Herakleitos, der überhaupt eine Sonderstellung einnimmt und die „Polymathie, die den Verstand nicht belehrt", scharf verurteilt, hat sich mit Einzelerklärungen der Naturvorgänge wenig abgegeben; aber die drei Milesier widmeten besonders den Himmelserscheinungen eingehende Aufmerksamkeit. Der be-

deutendste auf diesem Gebiete war Anaximandros, der das primitive Weltbild für immer zerstörte durch die Annahme eines kugelförmigen Himmelsraums, in dessen Mitte die tamburinförmige Erde schwebe; seine Hypothese brachte er zur Anschauung durch Verfertigung eines Himmelsglobus. Neben dieser großartigen Errungenschaft seines Denkens nimmt sich seine naive Vorstellung von den Himmelskörpern sonderbar aus; er hielt sie für Öffnungen in hohlen, mit Feuer gefüllten Rädern, die sich im Raume herumbewegten. Aber dies Nebeneinander von genialer Intuition und kindischer Analogie ist gerade charakteristisch für den Taumel der jugendberauschten Wissenschaft.

Auch in der Geschichte der Erdkunde nimmt Anaximandros einen Ehrenplatz ein; auf Grund der Nachrichten der ionischen Seefahrer, die ohne Zweifel in der an der Kolonisation stark beteiligten Handelsstadt Milet sich angehäuft hatten, entwarf er die erste Landkarte. Den Eindruck, den diese Erfindung in Sparta machte, als Aristagoras „eine Kupfertafel, wo der ganze Erdkreis eingeritzt war und alles Meer und alle Flüsse", dem König Kleomenes vorzeigte, schildert Herodot (V 49 ff.) sehr anschaulich.

Mit dem Sieg über die Perser wurde Athen auch die geistige Hauptstadt der Jonier. Die neue Wissenschaft wurde dahin verpflanzt durch Anaxagoras von Klazomenä, der längere Zeit bei Perikles lebte und in den fortschrittlichen Kreisen Athens großen Anklang fand, bis es der Reaktion gelang, die altattische Frömmigkeit gegen die fremde, gottlose Weisheit aufzuwiegeln; Anaxagoras mußte dem Sturm, den seine nüchterne Erklärung der Himmelserscheinungen entfesselt hatte, aus dem Wege gehen. Er umfaßte im Geiste seiner ionischen Vorgänger das ganze Wissensgebiet, und obgleich er ihre Schwächen teilte, hat die unerschrockene Folgerichtigkeit seines Denkens ihn oft zu überraschend richtigen Ergebnissen geführt. So hat er die Nilschwelle annähernd richtig erklärt, die Sonne bezeichnete er als einen „glühenden Klumpen", den Mond, dessen Phasen er im wesentlichen richtig auffaßte, als der Erde ähnlich. Die Himmelskörper dachte er sich dadurch entstanden, daß Teile der Urmasse durch den Umschwung des Kosmos vom Mittelpunkt hinausgeschleudert seien. Als Urheber der drehenden Bewegung nahm er einen „Denkstoff" (Nūs) an, aber diesem halb geistigen Prinzip gestattete er keinen Einfluß auf die Einzelerklärung; sie war durchaus von mechanischer Kausalität beherrscht.

Des Anaxagoras' Annahme einer Urmasse, bestehend aus kleinsten Körperteilchen, hat wahrscheinlich die Entstehung des großartigsten physikalischen Systems des Altertums mit beeinflußt, des der Atomistiker. An die Stelle der mit den Eigenschaften der Dinge belasteten Urteilchen des Anaxagoras traten als Urstoff die Atome, die sich nur durch die primären Eigenschaften, Größe und Gestalt, unterschieden und in Verbindung mit dem leeren Raum zur Erklärung aller Vorgänge in der Natur ausreichten. Der Schöpfer dieser Hypothese, die bis auf den heutigen Tag, wenn auch wesentlich modifiziert, der Naturwissenschaft unermeßliche Dienste leistet, war Leukippos; seine Gestalt ist aber schon im Altertum ganz in Schatten gestellt worden durch seinen Schüler Demokritos von Abdera, einen Zeitgenossen des Sokrates. Mit ungeheurem Fleiß und tief eindringendem Scharfsinn hat er den Grundgedanken seines Lehrers bis ins einzelne durchgeführt und so eine umfassende Naturerklärung geschaffen, die trotz einzelner Mißgriffe nicht nur prinzipiell auf den richtigen Grundlagen aufgebaut war, auf Beobachtung und Experiment, sondern auch viele Vorgänge, namentlich der Sinne, annähernd richtig auffaßte. Durch seine Annahme mehrerer Welten durchbrach er die Schranken der echtgriechischen Vorstellung von dem einen, begrenzten Kosmos, die ein Haupthindernis bildete für eine rationelle Physik. Vereinzelte Nachrichten lassen erkennen, daß er auch in der Mathematik neue und fruchtbare Ideen in seiner umfassenden literarischen Produktion niedergelegt hatte. Er bezeichnet überhaupt, auch durch seine Vielseitigkeit, den Gipfel und Abschluß der ionischen Naturphilosophie; mit ihm entwickelt diese sich zu einer wissenschaftlichen Physik, die bei der Grundlegung der modernen eine Rolle gespielt hat. Bei den Zeitgenossen fand Demokrits Lehre wenig Anklang; in Athen, wo die literarischen Erfolge entschieden wurden, waren alle empfängliche Geister durch die von Sokrates angeregte Begriffsphilosophie in Anspruch genommen und der Naturforschung entfremdet. So kam es, daß die Physik zu ihrem Nachteil in den Händen der Philosophen verblieb unter stiefmütterlicher Zucht und es nicht zu wissenschaftlicher Selbständigkeit und Anerkennung ihrer eigentümlichen Methode brachte. — Die anderen Fachwissenschaften hatten sich längst von der Mutter losgerissen und selbständige Haushalte gegründet.

II. Kapitel.

Die Pythagoreer.

Die Länderbeschreibung hatte ein milesischer Staatsmann Hekataios schon um 500 in einem eigenen Werk behandelt, das die Mittelmeerländer, besonders die Küsten und ihre Städte, eingehend beschrieb mit Berücksichtigung der ethnographischen und naturgeschichtlichen Merkwürdigkeiten; besonders ausführlich war das Wunderland Ägypten und seine eigentümliche Tierwelt geschildert. Auch Herodotos, der als aufmerksamer Beobachter den größten Teil der damals bekannten Welt besucht hatte, widmet einen bedeutenden Teil seines Geschichtswerks geographischen Schilderungen von Ländern und Völkern; und Ethnographie und Geographie blieben auf lange hin Beiwerk der Geschichte.

Bei Herodotos verspürt man deutlich die Opposition der verselbständigten Fachwissenschaft gegen die Vormundschaft der Philosophie; er spricht sehr geringschätzig von den Versuchen der Jonier, die Nilschwelle zu erklären, und läßt durchschimmern, wie wenig er von solchen Vermutungen hält, die nicht durch Autopsie kontroliert werden können.

Bei dieser Abneigung des Historikers gegen die kühnen Hypothesen der Philosophen ist es ihm entgangen, daß das primitive Weltbild, woran er im wesentlichen festhält, obgleich er den Okeanos als Erfindung der Dichter beseitigt, längst durch philosophische Spekulation ernstlich gefährdet war. Herodotos kennt die Pythagoreer, aber von ihren kosmologischen Theorien, die auch für die Geographie von entscheidender Bedeutung waren, nimmt er keine Notiz.

Um 530 war Pythagoras von Samos wie so viele seiner Landsleute nach Unteritalien übergesiedelt und hatte in Kroton eine Bruderschaft gestiftet, die in eng geschlossenem, durch allerhand mystische Zeremonien und Lehren zusammengehaltenem Bunde teils ethisch-religiöse teils wissenschaftliche Zwecke verfolgte. Er war nach ionischer Art weit in der Welt herumgekom-

men und hatte wohl namentlich in Ägypten für Mathematik und Zahlen Interesse gefaßt. Wahrscheinlich durch Entdeckung der großen Rolle, die einfache Zahlenverhältnisse in der Natur spielen, kam er auf den Gedanken, die Zahl sei das eigentliche Wesen aller Dinge. Diese Lehre, die in allerlei phantastische Grübeleien über die Eigenschaften der Zahlen ausartete, enthält, der mystischen Hülle entkleidet, den richtigen Kern, daß die Gesetzmäßigkeit der Naturvorgänge in Zahlenverhältnissen ihren Ausdruck findet, und wurde die Grundlage für weittragende wissenschaftliche Errungenschaften. Der Umstand, daß von Pythagoras selbst nichts Schriftliches vorlag, und der geheimnisvolle Schleier, worin die Schule bis zu ihrem Untergange (um 500) gehüllt blieb, machte es schon im Altertum unmöglich zu unterscheiden, was dem Meister, was den Schülern gehörte; aber nichts hindert uns, die wesentlichen Anregungen dem Pythagoras selbst und ihre Verwertung der Frühzeit seiner Schule zuzuschreiben.

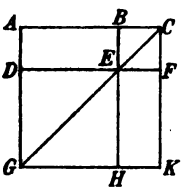
In der Astronomie haben die Pythagoreer als die ersten die Kugelgestalt der Erde und überhaupt der Himmelskörper behauptet. Unzweifelhaft leitete sie bei der Aufstellung dieser Hypothese ihre mathematisch-mystische Ansicht von der Kugel als der vollkommensten stereometrischen Figur, die sie höchstens durch einen Hinweis auf die Mondphasen haben stützen können. Aber dennoch bedeutet diese dem Augenschein widersprechende Hypothese einen gewaltigen Fortschritt des Weltbilds und eröffnete den Weg nicht nur zu einer wissenschaftlichen Geographie, sondern auch zu der richtigen Erklärung der Himmelserscheinungen. Einen weiteren Schritt auf dieser Bahn tat im 5. Jahrhundert der Pythagoreer Philolaos. Er gab die für eine primitive Anschauung selbstverständliche Vorstellung von der Erde als dem ruhenden Mittelpunkt der Welt auf und nahm ein Zentralfeuer an, worum die Erde wie die übrigen Himmelskörper sich drehten. Auch bei Philolaos spielen mystische Elemente mit hinein; so erfand er, um die heilige Zahl 10 im Weltsystem voll zu bekommen, eine für uns unsichtbare „Gegenerde" zwischen dem Zentralfeuer und der Erdkugel, deren bewohnte Hälfte vom Weltzentrum abgewandt sei. Aber diese Phantasien, die bald beseitigt wurden, haben nicht verhindert, daß sein System für das Kopernikanische den Boden bereitet hat, und auch an dieser Weiterbildung haben die späteren Pythagoreer ihren Anteil gehabt; ein Mitglied der Schule, Ekphantos von Syrakus, lehrte zuerst

die Achsendrehung der Erde, wodurch Zentralfeuer und Gegenerde überflüssig wurden. Auch der Tierkreis und die Neigung der Ekliptik ist im 5. Jahrhundert in pythagoreischen Kreisen bekannt; Oinopides soll diese Kunde verbreitet haben, sowie die Kenntnis des „großen Jahres", d. h. der Periode, nach deren Ablauf alle astronomischen Erscheinungen sich wiederholen.

Zu den phantastischen Zügen des pythagoreischen Weltbilds gehört auch die von ihnen angenommene Harmonie der Sphären, ein Erzeugnis ihrer Zahlenspekulationen im Verein mit ihrem Interesse für Musik. Auch auf dem Gebiete der Musiktheorie haben sie grundlegende Entdeckungen gemacht. Sie erkannten die Abhängigkeit der Tonhöhe von der Länge der Saite und bestimmten sie durch einfache Zahlenverhältnisse; es ist sogar nicht unwahrscheinlich, daß diese Erkenntnis ihre Lehre von der Herrschaft der Zahl wesentlich beeinflußt hat.

Die Haupttat der Pythagoreer ist jedoch die Schöpfung der Mathematik als Wissenschaft. Was Pythagoras in Ägypten lernen konnte, waren einfache geometrische Operationen, wie sie der Feldmesser braucht, und eine nicht unbedeutende praktische Rechenfertigkeit. Beides setzt allerdings eine gewisse Summe von Theorie voraus, aber eine mathematische Wissenschaft haben die Ägypter nicht gehabt; sie maßen ihre Felder nach den einmal festgelegten Formeln, falschen wie richtigen. Die Pythagoreer, denen die Mathematik auch ihren heutigen Namen verdankt, haben die mathematischen Grundbegriffe, wie Größe, Punkt, Linie, Fläche, Körper, Winkel, rein abstrakt in ihrer Allgemeinheit erfaßt und die wissenschaftliche Behandlung der Figuren und Zahlen an sich als Geometrie und Arithmetik von der praktischen Handhabung in Geodäsie und Logistik abgetrennt. Die längst bekannten praktischen Regeln wurden in allgemeingültige Sätze verwandelt und mit exakten Beweisen versehen. Bei der ganz besonderen Veranlagung der Griechen für abstrakt logisches Denken kann es nicht wundern, daß sie, als der Weg einmal gefunden war, reißend schnelle Fortschritte machten; wir beobachten eine ähnliche Entwicklung auf einem anderen Gebiet, wo eine vorherrschende Fähigkeit der Nation zur Geltung kam, in der Kunst. Die pythagoreische Schule hatte bald ein Lehrgebäude der Plangeometrie fertig, worin die Hauptsätze der heutigen Elementarmathematik über Parallellinien, Dreiecke, Vierecke, regelmäßige Vielecke und zum Teil über den Kreis formuliert und

bewieſen waren nebſt den dazu nötigen Hilfsſätzen. Sie hatten ſicher auch formell zu der ſtrammen Faſſung der Beweiſe den Grund gelegt, die für die ganze griechiſche Mathematik fernerhin kanoniſch iſt. Wenig ausgebildet war die Stereometrie, obgleich ſie ſich mit der Kugel und den regulären Körpern abgegeben hatten. Ihre eifrige Beſchäftigung mit den Zahlen hatte neben allerlei Myſtik ohne wiſſenſchaftlichen Wert viele wichtige zahlentheoretiſche Sätze über Primzahlen, Progreſſionen uſw. zutage gefördert. Ganz beſonders haben ſie die Lehre von den Proportionen ausgebildet, die als das Bindeglied zwiſchen Arithmetik und Geometrie für ihre zuſammenfaſſende Behandlung der beiden Wiſſenſchaftszweige von hervorragender Wichtigkeit waren. Aber bei ihren Unterſuchungen, die auf Gleichungen zweiten Grades führten, ſtießen die Pythagoreer alsbald auf irrationale Größen; ihr Beweis für die Exiſtenz ſolcher Größen iſt erhalten; es wird gezeigt, daß, wenn der Durchmeſſer eines Quadrats mit deſſen Seite kommenſurabel ſein ſollte, eine gerade Zahl zugleich ungerade ſein müßte. Durch dieſe Entdeckung wurde ihre bisherige Proportionslehre, die nur Verhältniſſe ganzer Zahlen kannte, für die Geometrie unbrauchbar. Um den „unausſprechbaren" Größen zu entgehen, mußten ſie daher eine neue Methode erfinden, wo unſere algebraiſchen Formeln durch Linien und Flächen vertreten waren. Was wir durch die Gleichung $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ ausdrücken, wird z. B. durch die beiſtehende Figur bewieſen, wo, wenn $AD = HK = b$ und $DG = GH = a$, die Quadrate BF, DH, AK die Größen b^2, a^2 und $(a+b)^2$ vertreten, und die Rechtecke $AE + EK = 2ab$. Durch dieſe „geometriſche Algebra" haben die Pythagoreer die Gleichungen zweiten Grades vollſtändig bemeiſtert. Der berühmte „pythagoreiſche Lehrſatz" war ohne Zweifel ſchon früher in Einzelfällen bekannt, aber Pythagoras hat ſie verallgemeinert und eine Formel zur Auffindung rationaler Zahlen für die Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks angegeben, d. h., modern ausgedrückt, er hatte eine Löſung der unbeſtimmten Gleichung $x^2 + y^2 = z^2$ für ganze Zahlen gefunden; wenn x eine ungerade Zahl iſt, befriedigen $y = \frac{x^2-1}{2}$ und $z = \frac{x^2+1}{2}$ die Gleichung.



Auf die Entwicklung der Mathematik in ihren Anfängen hat

die eleatische Philosophie, die wie die pythagoreische aus Jonien nach Süditalien verpflanzt war, einen eigentümlichen Einfluß geübt. Zenon hatte die Unzulänglichkeit der Zahlenverhältnisse für die exakte Behandlung kontinuierlicher Größen klar erfaßt und die Denkschwierigkeiten der Begriffe „unendlich" und „kontinuierlich" ausgenutzt in seinen berühmten Paradoxen, wodurch er die Realität der Bewegung widerlegen wollte; sie verraten deutlich seine Bekanntschaft mit der pythagoreischen Mathematik und der Schwierigkeit, vor der sie haltgemacht hatte, und ihre strenge Logik bewog die Mathematiker, den Begriff des Unendlichen völlig zu umgehen als nicht exakt faßbar. Auch der Vorgänger Zenons, Parmenides, zeigt Berührungen mit den Pythagoreern; er hat von ihnen die Lehre von der Kugelgestalt der Erde übernommen, und seine Einteilung der Erdoberfläche in Zonen wäre ohne die mathematische Behandlung der Kugel kaum denkbar.

Pythagoreisch angehaucht ist auch der sizilische Dichter-Philosoph Empedokles von Agrigent. Mathematik und Astronomie hat er nicht gefördert, wie er überhaupt mehr rezeptiv als selbständig produktiv ist; aber in der Geschichte der Physik verdient er einen Platz, weil er zuerst die vier Elemente in die Wissenschaft eingeführt hat, die sie mit aristotelischer Begründung Jahrtausende beherrscht haben. Wenn sie auch diesen Einfluß keineswegs verdient hätten, da sie eher der populären Anschauung als einem wissenschaftlichen Gedanken entsprungen sind, darf doch nicht übersehen werden, daß diese Vermittlung zwischen dem einen Grundstoff der milesischen Schule und den unendlich vielen Urteilchen des Anaxagoras einen ersten Schritt bedeutet auf dem Wege, der zur modernen Chemie führt, und daß die Annahme möglichst weniger Grundstoffe, die unendlich viele Mischungen und Verbindungen bilden können, überhaupt ein fruchtbarer Gedanke ist. Ähnliche Vorstellungen von der Entstehung der organischen Wesen führen Empedokles auf Gedanken, die an Darwin erinnern; so sollen zuerst einzelne Körperteile existiert haben, die alle mögliche Kombinationen bildeten, aber nur die zweckmäßigen hatten Bestand. Überhaupt steckt in seinen dichterischen Phantasien manch genialer Einfall.

III. Kapitel.

Die Entwicklung der Heilkunde im 5. Jahrhundert. Hippokrates.

Empedokles wirkte auch als Arzt, allerdings mit einem starken Beigeschmack des marktschreierischen Wunderdoktors. Die Pythagoreer haben überhaupt auch zur Entwicklung der Heilkunde, der einzigen Fachdisziplin, die nicht direkt in der Philosophie wurzelte, einen bedeutenden Beitrag geliefert. In ihrem Hauptsitz Kroton blühte nicht nur die Athletik, sondern auch eine berühmte Ärzteschule; aus ihr war Demokedes hervorgegangen, der eine Zeitlang unter Dareios I. persischer Hofarzt war. Der vielseitige krotoniatische Arzt Alkmaion hat schon Tiere seziert und die wichtigsten Sinnesnerven entdeckt, die er für Hohlgänge hielt; auch hat er die Bedeutung des Gehirns für das geistige Leben erkannt. Krankheit erklärte er als Störung des Gleichgewichts der elementaren Gegensätze im Körper, des Kalten und Warmen, Trockenen und Feuchten usw., und diese echt pythagoreische Theorie bekam den größten Einfluß auf die Pathologie der Folgezeit.

Die Heilkunde steht in den homerischen Gedichten auf einer hohen Stufe; ein einziges Mal ist von Zauberformeln zum Stillen des Bluts die Rede (Od. XIX 457), sonst wird die Heilung von Wunden durchaus rationell betrieben. Die alten Heilgötter, Asklepios und seine Söhne, sind in besonders heilkundige Helden verwandelt, deren Kunst sehr geschätzt wird, aber jeder Krieger versteht es, einem Verwundeten die erste Hilfe zu leisten. Der Arzt wird zu den „gemeinnützlichen Arbeitern" (Demiurgen) gerechnet wie der Sänger, der Seher und der Schiffsbaumeister; er wandert wie diese von Stadt zu Stadt, nach eigenem Antrieb oder einberufen, und ist überall ein willkommener Gast. Mancher Fürst wird sich schon wie einen Sänger so auch einen fest angestellten Arzt gehalten haben; jedenfalls gibt es einen solchen (Paieon) bei den Göttern auf dem Olymp. Selbstverständlich ist in den Gedichten wesentlich von der Kriegschirurgie die Rede,

aber auch die Anwendung von „lindernden Mitteln" wird nachdrücklich als eine Haupttätigkeit der Ärzte bezeichnet; sie kennen Kräuter und Wurzeln zum Stillen der Schmerzen sowie todbringende Gifte; aus Ägypten, wo „die Erde soviel Kräuter hervorbringt, heilbringende wie verderbliche, und wo jeder ein kundiger Arzt ist", hat Helena etwas wie Opium mitgebracht (Od. IV 219 ff.). Die zahlreichen Beschreibungen von Verwundungen, die in ihrer nüchternen Sachlichkeit von Bravaden wie von Blutscheu gleich weit entfernt sind, verraten nicht nur eine genaue empirische Kenntnis des Gefährlichkeitsgrades einer Wunde, sondern auch so feine Beobachtung und so überraschendes anatomisches Wissen über die menschlichen Hauptorgane, daß ein deutscher Oberstabsarzt allen Ernstes den Dichter der Ilias als einen Kollegen begrüßt hat.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Kriegschirurgie und Wundbehandlung, deren praktische Wichtigkeit so handgreiflich war, immer in den gesunden Bahnen geblieben ist, die sie schon im 9. Jahrhundert gefunden hatte; mag sie auch, wie anderswo, ihre lindernden Kräuter der trüben Quelle der Altweiberweisheit entlehnt haben, die Praxis wird bald das Unbrauchbare ausgeschieden haben, und auf diesem Gebiete, wo es so augenscheinlich auf Leben und Tod ging, wird man schnell gelernt haben, die erprobte fachmännische Übung zu schätzen. Aber sonst ist der Aberglaube in der Krankenbehandlung, den die homerische Welt so glücklich überwunden hat, in der Folgezeit keineswegs verschwunden. Die Heilkunst war zum Teil an die Asklepiostempel und ähnliche Heiligtümer gefesselt und in den Händen ihrer Priester. Das ist bei der konservativen Natur aller Religion schon an und für sich ein Hemmnis der freien Entwicklung zur Wissenschaft und bringt außerdem unvermeidlich Geheimnistuerei und Schwindel mit sich, weil fehlgeschlagene Kuren des Heilgottes um jeden Preis vertuscht werden müssen. Aber dennoch darf man die Bedeutung nicht unterschätzen, die diese priesterlichen Heilanstalten als Vorläufer der medizinischen Wissenschaft gehabt haben. Schon um ihrer Praxis willen mußten die Priester auf rationelle Behandlung der wirklichen Krankheiten, denen durch Suggestion und ähnliche Mittel nicht beizukommen war, schon von Anfang an bedacht sein; fortwährende Mißerfolge hätten auf den Zuspruch doch schließlich einen ruinierenden Einfluß gehabt. Sie mußten daher für künftige Fälle die Krank-

heitssymptome beobachten, die verordneten Kuren und Heilmittel nebst ihrer Wirkung buchen, wohl auch für sich die Fehlgriffe notieren. Es mußte dadurch bei den Asklepiosheiligtümern eine unverächtliche Summe empirischer Beobachtungen sich ansammeln, die im Verein mit den Erfahrungen der Kriegschirurgie ein wertvolles Material lieferten; außerdem boten die täglichen gymnastischen Übungen der Jugend und die professionelle Athletik nicht nur bequeme Gelegenheit, den nackten Körper zu beobachten, sondern stellten auch Forderungen an kundige und schnelle Behandlung gewisser Körperverletzungen, besonders Verrenkungen, und an eine rationelle Diätetik. Es ist gewiß kein Zufall, daß zwei der ältesten und berühmtesten Ärzteschulen an die Insel Kos mit ihrem Asklepioskult und an Kroton, die Stadt der Athleten, geknüpft sind.

Auch die wissenschaftliche Heilkunde ist eine Schöpfung des kühnen und kritischen ionischen Geistes. Was man im 4. Jahrhundert von der reichen medizinischen Literatur der Jonier besaß, wurde auf den Namen des Hippokrates getauft, des Hauptvertreters der koischen Schule in der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts. Er war als Wanderarzt in griechischen Landen weit herumgekommen — in Thessalien zeigte man sein Grab — und gilt schon dem Platon als der Begründer einer wissenschaftlichen Behandlung der Medizin. Es ist aber bisher noch nicht gelungen, seinen Anteil an der Sammlung der „hippokratischen" Schriften mit Sicherheit zu bestimmen.

Diese Sammlung ist sehr bunt; sie enthält neben Schriften der koischen Schule auch solche der konkurrierenden knidischen, neben Krankenjournalen, die nie für die Öffentlichkeit bestimmt gewesen, philosophische Theorien über Gesundheit und Krankheit und populär-geistreiche Aperçus, wie sie in anderen Schriften der Sammlung aufs schärfste verurteilt werden, neben Schriften, die jeden Supranaturalismus boshaft verspotten, abergläubische Zahlenspielerei. Aber so viel steht fest, daß die Sammlung so gut wie vollständig noch dem 5. Jahrhundert angehört; es ergibt sich daraus ein klares Bild, zwar nicht der persönlichen Leistung des Hippokrates, aber doch des Standpunkts und der Strömungen der jungen medizinischen Wissenschaft in ihrer Werdezeit.

Die Ärzte waren zunftmäßig organisiert; der erhaltene Zunfteid verpflichtet den Adepten, seinen Meister als einen Vater zu

ehren und seinen Nachkommen die Kunst unentgeltlich beizubringen; außer ihnen und seinen eigenen Söhnen darf er nur die regelrecht eingeschriebenen und vereidigten Genossen in der Kunst unterrichten. In diesem Eid hat die koische Schule ihrer hohen Auffassung des ärztlichen Berufs ein schönes Denkmal gesetzt; der angehende Lehrling verspricht, seine Kunst nur zu Nutz und Frommen Leidender, nie zum Schaden, zu verwenden, nie Gifte oder fruchtabtreibende Mittel auszuliefern, nie seine Stellung zur Verführung zu benutzen, alles, was er in seiner Praxis erfährt, als Amtsgeheimnis zu betrachten. Auch sonst werden genaue Vorschriften für das Auftreten des Arztes gegeben, die von feinfühliger Humanität und energischer Bekämpfung der Kurpfuscherei in jeder Gestalt zeugen. Der Arzt soll sich von dem mit großem Gepränge auftretenden Charlatan durch maßvolle Würde auch in der Kleidung unterscheiden; es wird sogar vor auffallend starker Parfümierung gewarnt. Er soll dem Laien nicht imponieren wollen, weder durch künstliche, aufsehenerregende Apparate noch durch populär-medizinische, mit Dichterzitaten ausgestattete Vorträge; das Zutrauen seiner Patienten soll er durch fleißigen Besuch, durch Sorgfalt und Freundlichkeit gewinnen; vor der Kur um das Honorar zu feilschen, wird verboten, weil das den Kranken ängstlich und mißtrauisch macht und unter Umständen seinen Zustand verschlechtert; bei schweren Fällen soll der Arzt helfen, ohne an das Honorar zu denken. Bei Frauenkrankheiten, die eine Spezialität der knidischen Schule zu sein scheinen, und bei Geburten wird immer weibliche Hilfe vorausgesetzt. In mehreren Schriften tritt uns der Ausüber der Heilkunde noch immer wie zur Zeit des Epos als Wanderarzt entgegen, wie denn auch von dem vorhin erwähnten Demokedes berichtet wird, daß er nacheinander in Athen, auf Ägina und bei Polykrates auf Samos praktiziert hat gegen sehr hohe Jahresgehälter. In dem hervorragenden Buch „Von Luft, Wasser und Lage", das übrigens älter zu sein scheint als Hippokrates, heißt es z. B.: „wenn jemand in eine Stadt kommt, die er nicht kennt, muß er ihre Lage in bezug auf Winde und Himmelsrichtung genau untersuchen", und der Verfasser kennt aus eigener Erfahrung Vorderasien, Ägypten, die Küsten des schwarzen Meeres und die Skythen in Südrußland.

Genau wie bei Herodot verspürt man bei den praktizierenden

Ärzten einen starken Unwillen gegen die philosophische Spekulation und ihre unkontrollierbaren Hypothesen. Besonders scharf werden die Übergriffe der Philosophie zurückgewiesen in der vortrefflichen Schrift „Von der alten Medizin". Der Verfasser höhnt die Leute, die willkürlich ein einziges Prinzip zugrunde legen und alle Krankheit aus dem Warmen oder Kalten, dem Feuchten oder Trocknen erklären; ein solches Wirtschaften mit Hypothesen mag in der Naturphilosophie gut genug sein, in der Heilkunst, wo Gesundheit und Leben auf dem Spiele stehen, ist es unverantwortlich. Man wird doch nicht dem Kranken „etwas Warmes" verordnen; er würde ja sofort fragen „Was für ein Warmes", und der Arzt muß dann alles Geschwätz lassen und einen bestimmten Stoff nennen; aber jeder wärmende Stoff hat daneben auch andere Eigenschaften, die sehr verschieden auf den Menschen einwirken; diese Wirkungen gilt es also im einzelnen zu kennen. Da sagen die Philosophen, niemand könne einen Kranken richtig behandeln, ohne zu wissen, was der Mensch ist und wie er entstanden; aber solche allgemeine Theorien, wie z. B. die des Empedokles, gehören in die Philosophie und gehen die Heilkunde nichts an. Gewiß soll der Arzt streben, „die Natur" zu erkennen, aber im einzelnen, wie jeder Stoff auf den einzelnen wirkt, und warum es so geschieht, und es fehlt noch viel, daß wir so weit seien. Aber soll dieses Ziel erreicht werden, kann es nicht durch leere Spekulation geschehen, sondern nur auf dem erprobten Weg der Empirie und der Einzelbeobachtung; wer den verläßt, ist betrogen. Aber die Aufgabe ist schwer; man muß den Arzt loben, der nur kleine Fehler macht; die meisten sind wie die unkundigen Steuermänner, die bei gutem Wetter trotz ihrer Fehler einigermaßen davonkommen, während ein Sturm durch den Verlust des Schiffs ihre Unfähigkeit offenbart; glücklicherweise sind die ungefährlichen Krankheiten, wo die Mißgriffe des Pfuschers wenig schaden, weit häufiger als die schweren, wo jeder Fehler sich schnell und fürchterlich rächt.

Derselbe Geist spricht aus dem berühmten Aphorismus „Das Leben ist kurz, die Kunst ist lang", und in den erhaltenen Krankenjournalen sehen wir den gewissenhaften Arzt bei der Arbeit, jede Änderung im Zustande des Patienten beobachtend und buchend von Tag zu Tag. Was diese Erzväter der Heilkunde anstreben, ist jedoch nicht die rohe Empirie, sondern, wie es einmal mit einem sehr glücklichen Ausdruck heißt, „eine Kunst

mit Reflexion". Ihr Beobachtungsgeist, ihre Scheu vor kecken Hypotheſen und ihre beſcheidene Selbſtbeſchränkung ſind ein heilſames Gegengewicht gegen die Kühnheit und das Alleserklärenwollen der Naturphiloſophie und ein Bollwerk der exakten Forſchung.

Auch nach einer anderen Seite hin mußte die junge Wiſſenſchaft Front machen: gegen den Aberglauben. Mit der inneren Genugtuung des Reformators ſchleudert der Verfaſſer der Schrift „Von der heiligen Krankheit" (d. h. der Epilepſie) den Leuten ſeinen Hohn ins Geſicht, die dieſe Krankheit je nach dem Gebaren des Kranken bald auf die Göttermutter, bald auf Poſeidon oder Ares zurückführen und mit allerlei myſtiſchem Hokuspokus behandeln. Den Namen „die heilige" haben Schwindler und Lügenpropheten erfunden, die ihre abſolute Unwiſſenheit hinter Frömmelei und angeblich tieferer Einſicht zu verbergen ſuchen. Die Epilepſie iſt nicht heiliger als alle andere Krankheiten; ſie entſteht aus denſelben Urſachen wie alle andere. Alles iſt gleich göttlich und gleich menſchlich; alles und jedes hat ſeine natürlichen Bedingungen, nichts iſt mirakulös oder myſtiſch. Wie weit die Hippokratiker in ihrer rationellen Auffaſſung vorgeſchritten waren, zeigt ſich vielleicht am großartigſten darin, daß ſie Geiſtesſtörungen prinzipiell wie andere Krankheiten behandeln (hauptſächlich durch Diät und Gymnaſtik).

So waren die Feſtungswerke geſchaffen, hinter denen die Heilkunde ſich ungeſtört entwickeln konnte, und trotz mancherlei Anläufen der Erbfeinde ſind ſie erſt mit der antiken Kultur ſelbſt zerſtört worden.

Für die praktiſchen Erfolge der Hippokratiker ſpricht es ſehr, daß die Journale der älteren Bücher der „Epidemien", die ſich auf beſonders ungeſunde Perioden beziehen, eine Sterblichkeitszahl von nur 12% ergeben. Die Mittel, worüber ſie verfügten zur Durchführung ihrer geſunden Grundſätze, waren in der Tat auch bedeutend.

Am ſchwächſten iſt ſelbſtverſtändlich die Phyſiologie. Sie iſt in den verſchiedenen Schriften ſehr verſchieden, zeigt aber im ganzen verſchiedene Stufen der Humoralpathologie, die ſich aus der Lehre Alkmaions von den Gegenſätzen im Körper allmählich entwickelt, bis ſie in der Vierſäftetheorie (Blut, Schleim, gelbe und ſchwarze Galle) definitiv erſtarrt; in dieſer Form, die zu allerlei Analogien (mit den vier Elementen, den vier Jahres-

zeiten usw.) bequeme Handhabe bot, ist sie dann ein paar tausend Jahre kanonisch geblieben. Von Alkmaion hatten die ionischen Ärzte ebenfalls die richtige Auffassung der Bedeutung und der Funktionen des Gehirns übernommen, eine Erkenntnis, die später verloren ging und von der Heilkunde zurückerobert werden mußte.

Viel besser steht es schon mit der Anatomie. Allerdings trug man noch Scheu vor dem Sezieren menschlicher Leichen; man war also auf die Untersuchung von Tieren und auf zufällige Einblicke bei schweren Wunden und Körperverletzungen verwiesen. Folglich war eine genaue Kenntnis der inneren Organe des Menschen ausgeschlossen. Aber was mit den vorhandenen Mitteln erreichbar war, wurde erreicht. Das Knochengerüst, das Netz der Hauptadern, das Herz werden im wesentlichen richtig beschrieben, und daß der Arzt darauf aus war, jede Gelegenheit zur Bereicherung seines Wissens zu benutzen, beweist die bei der Beschreibung der Adern öfters vorkommende Bemerkung: „wie diese Ader weiter verläuft, weiß ich noch nicht". Tiersektionen, um die Krankheitsursache festzustellen, werden mehrmals erwähnt, ja es findet sich sogar ein erster Ansatz zur Vivisektion. Das Experiment ist überhaupt diesen Ärzten keineswegs fremd; als Beispiel mag der Versuch genannt werden, die Entwicklung des menschlichen Embryos dadurch aufzuhellen, daß von zwanzig frischen, zur Bebrütung hingelegten Hühnereiern jeden Tag eins geöffnet wird.

Den Einfluß der Palästra spürt man in dem hervorragenden Werke über Beinbrüche und Verrenkungen an der überaus genauen und richtigen Beschreibung auch der seltensten Fälle und an der durchaus sachgemäßen Behandlung, die oft durch die einfachsten Vorrichtungen bewerkstelligt wird, wie sie eben auf dem Übungsplatz bei der Hand sind. Bewundernswert wegen genauer Beobachtung und rationeller Heilmethoden ist auch die Schrift von den Kopfwunden, bei welchen Trepanation mit großem Geschick angewandt wird. In diesen chirurgischen Schriften zeigt sich die ionische Heilkunde in ihrem vollen Glanze; sie atmen einen exakten, kritischen, scharf beobachtenden Geist und wenden sich mit energischer, oft stark sarkastischer Polemik gegen Charlatane und spekulative Theoretiker; als ein schöner Zug soll noch hervorgehoben werden, daß der Verfasser zum Nutzen der Berufsgenossen seine Mißgriffe nicht verschweigt.

Die Mängel der theoretischen Grundlage der Hippokratiker werden unschädlich gemacht teils durch ihre vorsichtige und individualisierende Behandlung, die sich bewußt die Aufgabe stellt, der Natur bei ihrer heilenden Wirksamkeit zu helfen und ihren Winken zu folgen, teils durch die unübertroffene Vertrautheit mit dem normalen menschlichen Körper, soweit sie durch Betrachtung und Betastung erworben werden kann; eine gelegentliche Äußerung wie diese: „es ist nicht schwer, den Gesundheitszustand eines Menschen zu erkennen, den man auf der Palästra nackt sieht", gibt eine Vorstellung von den scharfen Augen der griechischen Ärzte und von der Quelle dieses feinen Formensinnes. Durch ihren Blick sowohl für das einzelne als für den Organismus waren die Hippokratiker imstande, überraschend scharfe und richtige Prognosen und Diagnosen zu stellen. Der Wert der Prognose als Mittel, das Vertrauen des Patienten zu gewinnen, wird treffend hervorgehoben, aber gleichzeitig wird vor schwindelhaft detaillierten Voraussagungen gewarnt. Als Beispiel der auch dem modernen Kliniker imponierenden Diagnosen sei genannt die feine Unterscheidung der Lungenerkrankungen durch Auskultation; bei der Lungenentzündung wird die noch heute sogenannte succussio Hippocratis zur Bestimmung des Sitzes und der Masse der Materienansammlung benutzt.

Die Beobachtungsgabe der Hippokratiker, ein ionisches Erbgut, betätigt sich glänzend in den klaren und genauen Krankheitsbildern, die uns überall in ihren Schriften begegnen; bekannt ist die sog. facies Hippocratea, die als untrügliches Zeichen des nahen Todes gilt; auch die Symptome der Schwindsucht, deren Ansteckungsfähigkeit man im Altertum erkannt hatte, werden richtig angegeben, ebenso der Verlauf einer Beschädigung des Rückenmarks u. a. m. Als besonders bezeichnend verdient folgender Fall hervorgehoben zu werden. In den „Epidemien" wird eine epidemische Halskrankheit mit nachfolgender Lähmung beschrieben, die der sachkundige Herausgeber Littré nicht identifizieren konnte, während er doch hervorhob, daß die Exaktheit der Beschreibung für jeden geübten Arzt unmittelbar einleuchtend sei; im letzten Band seiner Ausgabe konnte er feststellen, daß es sich um eine Diphtheritisepidemie handelte; denn in der Zwischenzeit hatten englische und französische Ärzte (1860) konstatiert, daß diese Krankheit oft Lähmung mit sich bringt. Die Trefflichkeit des alten Beobachters erscheint in noch hellerem

Lichte dadurch, daß er ausdrücklich hervorhebt, das Gehirn sei nicht erkrankt, was die Lähmung vermuten lassen könnte.

Mit Amputationen sind die Hippokratiker sehr zurückhaltend, weil sie keine anderen Mittel zum Blutstillen kannten als das glühende Eisen; man wartete ruhig, bis der kalte Brand das unrettbare Glied ergriffen und ein Gelenk erreicht hatte, und schnitt dann das tote ab; „so etwas ist schlimmer anzusehen als zu heilen", heißt es kaltblütig. Aber wo starke Blutung nicht zu befürchten ist, gehen sie operativen Eingriffen nicht aus dem Wege; so wird Materie im Lungensack ausgezapft, Anusfisteln aufgeschnitten und Hämorrhoiden weggebrannt; „dabei darf der Patient schreien", heißt es, „das erleichtert die Operation". In der Verwendung von Blutentziehungen wird ein vernünftiges Maß gehalten.

Die Therapie ist wesentlich diätetisch; sie ist bestrebt, durch zweckmäßige Ernährung die Kräfte des Kranken bis zur Krise zu erhalten; in den akuten Krankheiten wird hauptsächlich Gerstenschleim gegeben. Aber auch die Diät des gesunden Menschen soll der Arzt regeln; in einer besonderen Schrift „Von der Diät" werden genaue Vorschriften für eine gesunde Lebensweise gegeben; der Nahrungswert der verschiedenen Nahrungsmittel und ihre Wirkungen auf den Organismus werden gebucht, ebenso die hygienische Bedeutung der einzelnen gymnastischen Übungen; vor plötzlichen Änderungen der Lebensweise wird nachdrücklich gewarnt. Sehr nachahmenswert ist bei diesen diätetischen Vorschriften, daß neben einer Diät für Leute, die nur auf ihre Gesundheit Rücksicht zu nehmen brauchen, auch eine solche angegeben wird für diejenigen, die durch ihre Beschäftigung gezwungen sind, die strengen Forderungen der Hygiene hintanzusetzen. Mit Arzneien ist die koische Schule sehr sparsam; die knidische dagegen verwendet sie in größerem Umfange, namentlich Pflanzendekokte. Eine pharmakologische Untersuchung hat ergeben, daß die Rezepte durchgehends wirksame Stoffe enthalten, wenn auch öfters mit neutralen vermischt, und daß die Dosen, namentlich bei abführenden Mitteln, viel kräftiger sind, als wir sie heute vertragen. Die Wirkung der „spanischen Fliege" ist wohlbekannt, ihre Verwendung insofern sogar rationeller als heutzutage, als der Kopf, der den wirksamen Stoff nicht enthält, nicht mit benutzt wird. Unter den Rezepten finden sich auch solche für Zahnpulver und Kosmetika.

Die Bedeutung des Trinkwassers, des Klimas und überhaupt der Umgebung für die Gesundheit ist klar erkannt. Hiervon handelt die schon erwähnte Schrift „über Luft, Wasser und Lage", worin die Grundlinien einer Völkerpsychologie gezogen sind; sie enthält neben vielen unreifen Theorien eine Menge sorgfältiger Beobachtungen über fremde Gegenden und Völker und berücksichtigt sogar, außerhalb ihres Programms, die Wirkungen von Freiheit und Despotismus auf den Volkscharakter. Für die Schilderung der Bewohner eines felsigen, unfruchtbaren Landes mit starkem Klimawechsel haben offenbar die Athener Modell gestanden; solche Leute sind aufgeweckt und energisch, selbstbewußt und selbständig, scharfsinnig und tüchtig zur Industrie; ihr Körperbau ist schlank und knapp und stramm, mit scharf hervortretenden Gelenken — genau das Ideal der altattischen Kunst. Für seine durch das gleichmäßige Klima Kleinasiens erschlafften Landsleute hat der Verfasser dieselbe Verachtung wie sein Geistesverwandter Herodot.

Im ganzen haben die ionischen Ärzte des 5. Jahrhunderts die von ihnen erschaffene Heilkunde auf eine Stufe erhoben, die erst in der alexandrinischen Zeit überschritten wurde.

IV. Kapitel.

Die Entwicklung der Mathematik im 5. Jahrhundert.

Von der mathematischen Literatur des 5. Jahrhunderts ist nicht entfernt soviel erhalten, als von der medizinischen; aber die spärlichen Reste, kombiniert mit einzelnen historischen Nachrichten und mit Rückschlüssen aus der vorhandenen Literatur der Blütezeit, erlauben es doch, ein ungefähres Bild der Entwicklung zu entwerfen.

Während die Arithmetik sich in unfruchtbare Zahlenspekulationen verlief und kaum wesentliche Fortschritte machte über die Errungenschaften der älteren Pythagoreer hinaus, entfaltete sich die Geometrie schnell und glänzend auf der soliden Grundlage, die die Pythagoreer ihr gegeben hatten. Das Problem der Irrationalität beschäftigte fortwährend die Geister, und Platons Lehrer, Theodoros von Kyrene, vervollkommnete die Theorie und gab exakte Beweise für die Inkommensurabilität von $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ usw. bis $\sqrt{17}$ mit der Einheit. Aber die Hauptarbeit wurde durch andere Aufgaben in Anspruch genommen, die zur Grundlegung der höheren Geometrie führten. Bei dem Bestreben, ihre Ergebnisse zu verallgemeinern und abzurunden, stieß die Geometrie auf drei Probleme, die mit den elementaren, bisher allein verwendeten Mitteln nicht bewältigt werden konnten: die Quadratur des Kreises, die Dreiteilung des Winkels und die Verdopplung des Würfels. Die beiden ersten lagen direkt in der Fortsetzung der Konstruktionen und Arealbestimmungen, womit die Pythagoreer sich von jeher beschäftigten; das letzte (das „delische Problem"), das auf die Bestimmung von $\sqrt[3]{2}$ hinausläuft, wurde angeblich durch einen Orakelspruch wegen eines Altars auf Delos gestellt; in Wirklichkeit lag es bei der Beschäftigung der Pythagoreer mit den regulären Körpern nahe genug, die stereometrische Parallele zur Verdopplung des Quadrats, d. h. der Bestimmung von $\sqrt{2}$, in den

Kreis der nach allen Seiten hin tastenden Untersuchungen zu ziehen. In der Behandlung dieses Problems hat Hippokrates von Chios, der uns noch beschäftigen wird, einen bedeutenden Fortschritt gemacht, indem er erkannte, daß es sich auf die Aufgabe reduzieren läßt, zwei mittlere Proportionalen zu finden. Wenn

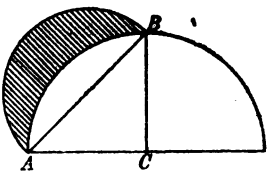
$$\frac{a}{x} = \frac{x}{y} = \frac{y}{b}, \text{ so ist } x^2 = ay,\ y^2 = xb,$$

folglich $x^4 = a^2xb$ oder $x^3 = a^2b$ und, wenn $b = 2a$, $x^3 = 2a^3$, d. h. x ist die gesuchte Kante des Würfels, der doppelt so groß ist als der Würfel mit der Kante a. In dieser Form hat das Problem die Mathematiker des 4. Jahrhunderts beschäftigt und zu den wichtigsten Entdeckungen geführt.

Zur Dreiteilung des Winkels wurde von dem bekannten Sophisten Hippias von Elis wahrscheinlich eine besondere Kurve erfunden, und so der erste Schritt zur Behandlung höherer geometrischer Gebilde getan. Dieselbe Kurve konnte auch zur Quadratur des Kreises benutzt werden und ist möglicherweise eigentlich zu diesem Zweck erfunden. Dies Problem, das schon Anaxagoras beschäftigt haben soll, reizte damals wie heute den Scharfsinn der Dilettanten; von zwei Sophisten, Antiphon und Bryson, sind Lösungsversuche bekannt, von denen die Brysons ein bloßer Fangschluß ist, während Antiphon gleichsam im Vorbeigehen einen modernen Gedanken tangiert (der Kreis ein Vieleck mit unendlich vielen Seiten), der aber bei ihm kaum mehr als ein loser Einfall war und jedenfalls damals bei den Mathematikern keine Beachtung finden konnte, weil sie den Begriff des Unendlichen ängstlich mieden. Wie populär das Problem war in Athen gegen Ende des 5. Jahrhunderts, sieht man am besten daraus, daß Aristophanes in den „Vögeln" (vom Jahre 414) es seinem Publikum vorführen kann als die neueste Abstrusität der Mathematiker. Es hat den schon genannten Hippokrates von Chios zu einer höchst scharfsinnigen Untersuchung veranlaßt, über die uns ein vortrefflicher Bericht vorliegt, ein fester Punkt von unschätzbarem Werte für die Bemessung der von der Mathematik schon erreichten Höhe.

Hippokrates hat entdeckt, daß der von einem Halbkreis und einem Bogen zu 90^0 begrenzte „Mond" (auf der Figur schraffiert) dem Dreieck ABC gleich ist (d. h. der Hälfte des gleichschenkligen rechtwinkligen Dreiecks, das im Halbkreis eingeschrieben ist) und folg-

lich quadriert werden kann. Es ist begreiflich, daß dies Beispiel von Gleichheit einer durch Kreisbogen begrenzten und einer gradlinigen Figur seine Aufmerksamkeit fesselte. Er hat dann so lange gesucht, bis er noch zwei quadrierbare Monde fand, deren äußere Bogen je größer und kleiner als ein Halbkreis sind, und dazu noch eine dritte, die zu einem Kreis addiert eine quadrierbare Figur ergab. Die Überlieferung schreibt ihm dann den Fehlschluß zu, daß er jeden Mond und folglich auch (durch einfache Subtraktion) den Kreis quadrieren könne, obgleich er nur für ganz spezielle Fälle die Aufgabe gelöst hatte. Das kann aber die Bewunderung für seine Leistung nicht schmälern. Die z. T. recht schwierigen und umständlichen Beweise sind mit glänzendem Scharfsinn gefunden und durchgeführt; sie setzen große Vertrautheit mit den Eigenschaften der Kreissegmente und ihrer Winkel voraus; ihre Grundlage ist der von Hippokrates selbst bewiesene Satz, daß Kreise sich wie die Quadrate ihrer Durchmesser verhalten.



Das 5. Jahrhundert hat also jedenfalls das Verdienst, die drei genannten fruchtbaren Probleme gestellt und so der höheren Mathematik der Folgezeit den Weg vorgezeichnet zu haben, wenn auch die Lösung nur in beschränktem Maße gelungen war. Aber auch um die Elementarmathematik hat dieselbe Periode sich ein großes Verdienst erworben: Hippokrates verfaßte das erste Lehrbuch der Geometrie. Bisher waren die erworbenen Kenntnisse in der pythagoreischen Schule halbwegs als Geheimnis weitergegeben worden; jetzt wurde das Ganze zu einem System zusammengefaßt und bequem zurechtgelegt; durch die Veröffentlichung bekam ein jeder, der Lust und Befähigung verspürte, eine Grundlage zur Verfügung, worauf weiter gebaut werden konnte. Das erste Lehrbuch hat gewiß weder im Aufbau noch in der Beweisführung die unangreifbare Solidität und die Schärfe der Elemente Euklids gehabt; aber vorläufig waren die reellen Errungenschaften das wichtigste, um weiterzukommen; die formelle Vervollkommnung konnte dann nicht lange ausbleiben.

Wir sehen denn auch die exakten Wissenschaften im Unterricht der Jugend eine Rolle spielen. Sowohl der Sophist Hippias als der Pythagoreer Oinopides unterrichtete in Athen in Mathematik und Astronomie.

Auch in der Praxis des Lebens wurde die Wissenschaft verwendet. Meton benutzte die Fortschritte der Astronomie zu einer sehr anerkennungswerten Reform des attischen Kalenders durch die Aufstellung eines 19jährigen Schaltzyklus zur Herstellung der Übereinstimmung des bürgerlichen Mondjahres mit dem Sonnenjahr, und die Ansprüche der Bühne riefen die wissenschaftliche Behandlung der Perspektivlehre hervor. Als dabei beteiligt werden Anaxagoras und Demokrit genannt, ohne daß wir imstande wären, ihre Leistungen im einzelnen anzugeben. Dagegen wissen wir, daß der geniale Blick Demokrits schon die wichtigen Sätze vom Volumen der Pyramide und des Kegels erkannt hatte, wenn auch sein Beweis den strengen Forderungen der späteren Mathematiker nicht genügte, und manches läßt in ihm einen Vorläufer der Infinitesimalrechnung des Archimedes vermuten.

V. Kapitel.

Platon. Die Akademie.

In der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts steht, für uns wenigstens, im Mittelpunkt des geistigen Lebens in Griechenland Platon; seine Schule in der Akademie bestimmt die Richtung der Forschung.

Nach seiner ganzen Denkweise hat Platon wenig Sinn und Interesse für die beschreibende Naturwissenschaft. Seine Darstellung der Physik, die er in späteren Jahren in sein philosophisches Lehrgebäude einfügte (im „Timaios") ist in den Grundzügen mythisch-phantastisch, wenn sie auch im einzelnen manchen genialen Gedanken enthält und namentlich in der Erklärung der Sinne von Demokrit heilsam beeinflußt ist. Statt der vielgestaltigen Atome nahm er unter dem Einfluß pythagoreischer Mathematik als Grundformen der Materie zwei Arten der Dreiecke an, das gleichschenklige rechtwinklige Dreieck und die Hälfte des gleichseitigen Dreiecks. Aus diesen Urdreiecken ließ er die Grundformen der vier Elemente zusammengesetzt sein, die er mit den vier regelmäßigen Körpern gleichsetzte, die des Feuers mit dem Tetraeder, die der Luft mit dem Oktaeder, die des Wassers mit dem Eikosaeder und die der Erde mit dem Kubus; das noch übrigbleibende Dodekaeder läßt er den Schöpfer bei der Bildung des Weltganzen benutzen, aber der Kosmos hat Kugelgestalt. Auch von der pythagoreischen Zahlenmystik finden sich bei Platon deutliche Spuren, und seine Nachfolger in der Akademie gingen auf diesem Abweg weiter.

Wenn aber die platonische Schule für die Naturwissenschaften einen Stillstand bedeutete, so ist ihr Einfluß auf die Entwicklung der Mathematik um so hervorragender. Platon selbst war durch pythagoreische Lehrer in die Mathematik eingeführt worden und kommt in seinen Schriften öfters auf mathematische Dinge zu sprechen. Die Abstraktheit der Mathematik und die Immateriali-

tät ihrer Gebilde mußten ihm sympathisch sein, und er sah in ihr ein vorzügliches Mittel zur Ausbildung des logischen Denkens, die beste und unerläßliche Vorschule seiner Philosophie; ihren Platz in dem höheren Unterricht verdankt die Mathematik wesentlich ihm.

Von persönlichen Leistungen Platons in der Mathematik haben wir nur wenige und ziemlich verdächtige Nachrichten; er soll der pythagoreischen Lösung der unbestimmten Gleichung $x^2 + y^2 = z^2$ (S. 9) eine zweite an die Seite gestellt haben für den Fall, daß x eine gerade Zahl ist, und zur Auffindung zweier mittlerer Proportionalen einen einfachen Apparat angegeben haben; letzteres entspricht allerdings seiner Auffassung der Mathematik sehr wenig.

Die Bedeutung des Philosophen für die exakte Wissenschaft liegt ausschließlich in den vielen fruchtbaren Impulsen, die er seinen Schülern gab. Erstens darf mit Sicherheit angenommen werden, daß seine logische Schulung dazu wesentlich beigetragen hat, daß der systematische Aufbau der Elementarmathematik die Exaktheit und logische Feinheit bekam, die ihn für immer auszeichnen; daß das ganze System sich lückenlos aus Definitionen und wenigen Voraussetzungen entfaltet, wird ohne Zweifel ihm verdankt. Die erhöhten Ansprüche an Exaktheit und wohl auch positive neue Errungenschaften an Sätzen und Problemen ließen das Lehrbuch des Hippokrates bald als veraltet erscheinen; Leon, ein ungefährer Zeitgenosse Platons, gab ein neues Elementarlehrbuch heraus, das dann in kurzer Zeit wieder von einem neuen, aus den Kreisen der Akademie hervorgegangenen ersetzt wurde; dem Verfasser, Theudios von Magnesia, wird nachgerühmt, daß er als Mathematiker und als Philosoph gleich hervorragend war und besonders in den elementaren Grundbegriffen manches allgemeiner faßte. Ein anderer Altersgenosse und Mitschüler Platons, Theaitetos, gab methodisch wichtige Beiträge zur Lehre von der Inkommensurabilität und zu den Grundlagen der Zahlenlehre. Ganz bewältigt wurde die Schwierigkeit, die durch die Entdeckung der Irrationalität den Pythagoreern bereitet worden war, von Eudoxos, der fast den Rang eines Neuschöpfers der Mathematik einnimmt; seine neue Definition der Proportionalität:

$a : b = c : d$, wenn gleichzeitig $ma \gtrless nb$ und $mc \gtrless nd$ (m und n sind beliebige ganze Zahlen, a, b, c, d allgemeine Größen)

erweiterte den pythagoreischen Begriff der Proportion so, daß er auch irrationale Größen umfassen konnte und also mit voller Exaktheit auch in der Geometrie angewandt werden konnte.

Eudoxos war von Knidos und hatte bei den Pythagoreern gelernt; erst als reifer Mann trat er mit Platon in dauernde Verbindung, ohne eigentlich ein Schüler der Akademie zu sein; aber wenn er auch seiner Selbständigkeit wahrte, wird er doch zu seinen bahnbrechenden Neuerungen vielfach von Platon angeregt sein.

Mit der Proportionslehre des Eudoxos steht in engem Zusammenhang seine Ausbildung und exakte Begründung der sogenannten Exhaustionsmethode. Dies Beweisverfahren, das in der gesamten Mathematik der Griechen eine große Rolle spielt als Mittel, den verpönten Begriff des Unendlichen zu umgehen, beruht auf dem von Eudoxos formulierten Satz: wenn man von einer Größe die Hälfte oder mehr abzieht und mit dem Rest dieselbe Operation vornimmt und so fortfährt, ist es möglich, zu einer Größe zu gelangen, die kleiner ist als jede gegebene Größe. Als Beispiel des Verfahrens diene der vermutlich von Eudoxos herrührende Beweis für den Satz, daß ein Kegel ein Drittel ist des Zylinders mit gleicher Grundfläche und Höhe. Der Beweis wird indirekt geführt. Wenn der Zylinder (C) größer ist als das Dreifache des Kegels (K), wird in die Grundfläche ein regelmäßiges Vieleck eingeschrieben und dessen Seitenzahl so lange verdoppelt, bis der Unterschied zwischen dem auf dem Vieleck errichteten Prisma (P) mit gleicher Höhe und dem Zylinder kleiner ist als der zwischen dem Zylinder und dem Dreifachen des Kegels. Aus $C \div P < C \div 3K$ folgt $P > 3K$. Nun ist die Pyramide (p) auf derselben Grundfläche und mit gleicher Höhe $= \frac{1}{3}P$, also $p > K$, was aber unmöglich ist, da sie vom Kegel umschlossen wird. In ähnlicher Weise wird bewiesen, daß auch die Annahme $C < 3K$ zu einer Unmöglichkeit führt; folglich ist $K = \frac{1}{3}C$. Außer diesem Satz hat Eudoxos mittels der Exhaustionsmethode bewiesen, daß eine Pyramide ein Drittel ist des Primas mit gleicher Grundfläche und Höhe, ein Satz, der in dem angeführten Beweis benutzt wird. Auch der schwierige Beweis für den Satz, daß Kugeln sich verhalten wie die Kuben ihrer Durchmesser, wurde durch die Exhaustionsmethode gefunden; so war der Weg gezeigt zu den bisher unnahbaren Volumenbestimmungen runder Körper. Eudoxos hat sich dabei auch mit der Konstruktion der regulären Körper abgegeben und

den dafür notwendigen „goldenen Schnitt" (d. h. eine Gerade a in 2 Stücke b und c so zu teilen, daß a : b = b : c) systematisch behandelt.

Auch das Problem der doppelten mittleren Proportionale hat ihn beschäftigt; er hatte eine, nicht näher bekannte, Kurve angegeben, wodurch die Aufgabe gelöst werden konnte. Auch sein Lehrer, Platons Freund, der Pythagoreer Archytas, hatte eine sehr scharfsinnige und elegante Lösung des alten Problems gegeben (mittels der Durchdringungskurve eines Zylinders und eines Kegels), die eine staunenswerte Fähigkeit der Raumanschauung zeigt und beweist, wie weit man es schon in der Handhabung „geometrischer Örter" gebracht hatte. Dadurch wird es erklärlich, daß dasselbe Problem auch zur Lehre von den Kegelschnitten den Anstoß gab, die eben als „geometrische Örter" behandelt wurden. Den Nachweis, daß diese Örter durch Schnitte in Kegeln entstehen, lieferte ein Schüler des Eudoxos und der Akademie Menaichmos; er benutzte die Kegelschnitte zur Lösung der genannten Aufgabe und hatte schon die Asymptoten der Hyperbel gefunden. Seine Entdeckung gab den Mathematikern ein neues Hilfsmittel in die Hände, das sich bald zur Bewältigung der schwierigsten Aufgaben brauchbar zeigte.

Ein weiteres Verdienst um die formelle Seite der Mathematik hat Platon sich durch die Ausbildung der analytischen Methode erworben. Sie besteht darin, daß man sich die vorgelegte Aufgabe als gelöst vorstellt und dann rückwärts Schritt für Schritt die sich daraus ergebenden notwendigen Voraussetzungen erschließt, bis man eine erreicht, deren Richtigkeit oder Unrichtigkeit feststeht. Man erfährt dadurch, ob die Aufgabe lösbar ist, ob irgendwelche Beschränkungen (Möglichkeitsbedingungen) der Lösbarkeit vorhanden sind, und welchen Weg die Lösung einzuschlagen hat. Durch die Synthese wird dann die Lösung tatsächlich durchgeführt. Diese Methode leistete den Mathematikern vorzügliche Dienste sowohl bei der Auffindung von Sätzen als bei der Ausführung von Konstruktionen. Bei komplizierteren Aufgaben ist sowohl die Analyse als die Synthese notwendig, damit man sicher sein kann, alle Lösungen und nur wirkliche gefunden zu haben, und bei den Mathematikern der Glanzzeit liegen mehrere Beispiele einer vollständigen Durchführung der Methode auch schriftlich vor; aber in der Darstellung begnügte man sich gewöhnlich mit der Synthese. Es wird uns ausdrücklich berichtet,

daß sowohl Eudoxos als ein anderer Mathematiker der Akademie Leodamas nach Platons Anweisung die analytische Methode zu neuen Entdeckungen benutzt haben.

Von kaum geringerer Bedeutung als in der Mathematik waren die von Platon ausgehenden Anregungen auf dem Gebiete der Astronomie. Nach seiner ganzen Auffassung des Kosmos mußte er sich sträuben, die sichtbaren, unregelmäßigen Bewegungen der Planeten als wirkliche anzuerkennen; er stellte daher der Astronomie die Aufgabe nachzuweisen, durch welche Kombination von einfachen (zirkularen) Bewegungen die scheinbaren Bewegungen der Planeten erklärt werden können. Das Axiom, daß die Himmelskörper sich nur in Kreisen bewegen können, stammt von den Pythagoreern her, die schon für die jährliche Sonnenbahn die später herrschende Erklärung gegeben hatten, daß die Sonne wie die übrigen Planeten sich von Westen nach Osten im Kreise bewege, die Fixsternsphäre dagegen von Osten nach Westen. Auch sonst ist Platons Weltsystem pythagoreisch beeinflußt, namentlich was die von ihm angenommenen harmonischen Entfernungen der Himmelskörper und die Aufstellung eines „großen Jahres" angeht; an der zentralen Lage der Erde hat er festgehalten, dagegen scheint er zuletzt die Lehre der späteren Pythagoreer von der Achsendrehung der Erde gebilligt zu haben.

Die genannte Forderung Platons an die Astronomie wurde von Eudoxos erfüllt durch das geniale System seiner homozentrischen Sphären. Er dachte sich jeden Himmelskörper an einer um die Erde als Mittelpunkt rotierenden Kugelfläche befestigt, deren Pole an einer ähnlichen, nur in anderer Richtung rotierenden Kugelfläche festsitzen; die erstere nimmt also außer ihrer Eigenbewegung auch an der Umdrehung der letzteren teil; diese wird ferner von einer dritten wieder in anderer Richtung herumgeführt usw. Eudoxos konnte durch drei solche konzentrische Kugelflächen von der scheinbaren Bewegung der Sonne und des Mondes eine befriedigende Erklärung geben, während er für die übrigen fünf damals bekannten Planeten je vier solche Sphären annehmen mußte. Er war auch imstande, die Kurve zu bestimmen, die ein Planet bei diesen sehr komplizierten Bewegungen beschreibt; sie wurde nach ihrer schleifenartigen Gestalt Hippopede genannt und war verwandt mit der obenerwähnten Kurve des Archytas. Überhaupt ist diese rein theoretische Antwort auf

die platonische Frage eine mathematische Leistung ersten Ranges. Wahrscheinlich hat er auch die sphärische Geometrie begründet. Von einem astronomischen Lehrbuch in Versen sind Überreste erhalten.

Daneben war aber Eudoxos auch beobachtender Astronom; er hat einen Sternkatalog verfaßt, den noch im 3. Jahrhundert Aratos seiner poetischen Beschreibung der Sternbilder zugrunde legte. Seinem Kalender hatte er auch meteorologische Beobachtungen beigegeben. Diese Arbeiten fallen wahrscheinlich in seine jüngeren Jahre, wo er selbst in seiner Vaterstadt Knidos einer Schule vorstand, und in seine Lehrzeit bei den Pythagoreern Süditaliens. Im Kreise Platons ist er überhaupt der einzige Vertreter der ionischen Wissenschaft, auch durch seine Vielseitigkeit; er war ärztlich ausgebildet und hat sich auch mit der Geographie abgegeben; nicht ohne Grund führt man die Angabe des Erdumfangs zu 400000 Stadien, die Aristoteles erwähnt, auf ihn zurück; den Durchmesser der Sonne hielt er für neunmal so groß als den des Mondes. Daß ein so exakter Kopf wie Eudoxos gegen die Truggebilde der Astrologie sich scharf aussprach, die damals zuerst von Babylon her bekannt wurden, ist begreiflich.

Daß bei den Pythagoreern noch manches zu lernen war, zeigt das Beispiel des Archytas; er gilt auch als Begründer der wissenschaftlichen Mechanik, ohne daß wir imstande wären, seine Leistungen in dieser Richtung näher zu bestimmen.

Ebensowenig können wir innerhalb dieses Zeitraums Fortschritte der Heilkunde feststellen. Wir finden noch immer Wanderärzte nach alter Sitte, aber daneben in steigendem Grade seßhafte Ärzte, teils frei praktizierend, teils von den Städten fest angestellt. Charlatane, wie die Hippokratiker sie schildern und bekämpfen, haben nicht gefehlt; aber überwiegend sind die Ärzte hoch angesehen, obgleich sie für Lohn arbeiten, und oft fein gebildet, wie jener Eryximachos, der im platonischen Symposion eine philosophische Rede hält. Gegen die Wunderkuren der Asklepiospriester herrschte eine gewisse Skepsis, so daß Aristophanes in seinem letzten Stücke „Plutos" es wagen konnte, eine sehr wenig ehrerbietige Schilderung ihres Treibens zu geben. Die Inschriften aus dem berühmten und als Kurort sehr besuchten Asklepiosheiligtum zu Epidauros zeigen, wie diese Anstalten ganz dem frommen Betrug und Schwindel anheimgefallen

waren. Die Krankengeschichten, die von den Geheilten auf ihren Votivgaben erzählt werden, strotzen von den abgeschmacktesten Wundern. So wird erzählt, wie eine Frau, die fünf Jahre lang schwanger gewesen, nach einer Inkubation im Tempel einen Knaben gebar, der sofort von selbst in der Quelle ein Bad nahm und mit der Mutter herumlief. Einer anderen Frau wird der Kopf abgeschnitten von den Söhnen des zufällig abwesenden Asklepios, und es gelingt ihnen nicht, den Kopf wieder aufzusetzen; in der folgenden Nacht kommt Asklepios selbst von seiner Reise zurück, setzt ihr den Kopf zurecht und befreit sie von einem Bandwurm. Ein Mann, der den Gott um das Honorar betrügt, das er für einen anderen bezahlen soll, der von einem Brandmal auf der Stirn befreit worden ist, bekommt selbst, als er für seine eigene Krankheit Heilung sucht, infolge der vom Gotte vorgeschriebenen Kur die Brandmale des anderen — als Warnung für gleichgesinnte Tempelmarder. Auch zerschlagene Gefäße macht der Gott heil für einen armen Sklaven, der sich vertrauensvoll an ihn wendet. Solche liebenswürdige Züge des menschenfreundlichen Gottes können jedoch den rohen Aberglauben der meisten Heilsgeschichten nicht aufwiegen; man wünscht etwas von der herben ionischen Kritik herbei, die die Hippokratiker an solchen Mirakelkuren üben.

Wohltuend wirkt als Gegensatz ein Bruchstück des berühmtesten Arztes der Zeit Diokles von Karystos. Es enthält die genauesten Vorschriften für eine gesunde Lebensweise von Morgen bis Abend und zu den verschiedenen Jahreszeiten. Nach dem Erwachen werden Abreibungen, Strecken und Biegen der Glieder, sorgfältige Reinigung des Gesichts, der Zähne und des Kopfes vorgeschrieben, darauf besorgt man seine Arbeit oder macht einen kleinen Spaziergang, dann Gymnastik. Dann erst wird ein leichtes Mahl eingenommen, hauptsächlich Brot, Gemüse und leichter Wein. Nach einem Mittagsschläfchen wird wieder etwas gearbeitet, bis es Zeit ist, ins Gymnasion zu gehen. Die Hauptmahlzeit findet um Sonnenuntergang statt; über die verschiedenen Speisen und ihre Wirkungen werden genaue Angaben gemacht; auch Regeln für das Schlafen (auf der Seite, nicht auf dem Rücken) fehlen nicht. Für die Hygiene der körperlichen Übungen sorgten die Turnlehrer, die nicht geringe medizinische Kenntnisse besaßen.

VI. Kapitel.

Aristoteles. Der Peripatos.

Ein Umschwung in der wissenschaftlichen Richtung der Zeit tritt in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts ein, als Aristoteles die geistige Führung übernimmt. Er war Sohn eines makedonischen Hofarztes Nikomachos, kam aber schon in jungen Jahren nach Athen in die Schule Platons. Seine Philosophie verleugnet bei aller Verschiedenheit von der des Meisters doch nicht ihre Herkunft; aber daneben zeigt Aristoteles ein Interesse für empirische Naturkunde und ein Verständnis für induktive Forschung, die er ohne Zweifel von Hause mitgebracht hat; sein Vater, der nach alter Ärztesitte den Sohn von früh an in seiner eigenen Kunst unterrichtet haben wird, war ein hochgebildeter Mann, der naturwissenschaftliche Schriften herausgegeben hatte. Die Richtung der späteren Philosophie Platons konnte dem Geiste des Aristoteles nicht zusagen; er ging bald seine eigenen Wege, und als die mystische Spekulation mit Platons Nachfolgern Speusippos und Xenokrates in der Akademie die Oberhand gewann, sagte er sich ganz von der Schule los. Seine eigene war dem Vorbild der Akademie nachgebildet, aber fester und systematischer organisiert; als Organisator der wissenschaftlichen Arbeit hat Aristoteles überhaupt den größten Einfluß geübt, wie auch seine Lehre das erste voll durchgebildete und alles umfassende philosophische System ist und als solches über anderthalb tausend Jahre die Welt beherrscht hat, mit den guten und bösen Folgen, die nun einmal eine solche Autorität notwendig begleiten. Daß die bösen Folgen überwiegen, liegt weder am System an und für sich noch an ihrem Urheber, der bis zu seinem Todestag an dem Ausbau und der Vervollkommnung seines Lehrgebäudes gearbeitet hat. Es war aber schon für die nächste Folgezeit erdrückend durch seine Masse und die logische Konsequenz seiner Architektur; man meinte wohl hier und da einen Erker anbauen zu können, den

Bauplan zu ändern vermochte man nicht. Und als dann im Mittelalter die Kirche in das alte Haus einzog und es sich da bequem machte, durfte vollends kein Stein verschoben werden; nun war auch der morscheste geheiligt.

In Gegensatz zu dem freien Verkehr gleichgesinnter älterer und jüngerer Wahrheitssucher, der das Ideal der Akademie war, hatte der Unterricht des Aristoteles in den Anlagen (peripatos) am Lykeiongymnasion ein mehr schulmäßiges Gepräge in modernem Sinne; von seinen erhaltenen Schriften haben mehrere ganz den Charakter von Kollegienheften eines Professors, der mehrmals dieselbe Vorlesung gehalten hat und in seinem Heft bei den Wiederholungen Änderungen und Zusätze macht. Aristoteles, den schon Platon den „Leser" genannt haben soll, zeichnete sich durch eine gewaltige Buchgelehrsamkeit aus; er hatte eine große Bibliothek gesammelt, ohne Zweifel die erste, die nach modernem Maßstab diesen Namen verdient, und bei jedem Problem pflegt er eine Übersicht seiner Behandlung in der älteren Literatur vorauszuschicken. Es ist für den Studienbetrieb im Lykeion charakteristisch, daß er seine Schüler veranlaßte, die ältere Literatur aufzuarbeiten und für die Geschichte der Wissenschaften das Material in übersichtlichen Handbüchern zusammenzustellen. So sammelte Theophrastos die Ansichten der älteren Philosophen über die Hauptfragen der Naturphilosophie, Menon exzerpierte die medizinische Literatur, Eudemos schrieb die Geschichte der Mathematik und Astronomie, Aristoxenos die der Musik.

Die Stellung des Meisters selbst zu den einzelnen Fachwissenschaften ist eine sehr verschiedene. Der Heilkunde gegenüber nimmt er den Standpunkt des sachkundigen Laien ein und benutzt oft und gern ihre Erfahrungen und Ergebnisse; ein nicht geringes Maß medizinischer Kenntnisse besaß übrigens damals jeder Gebildete, eine Folge der rationell betriebenen Gymnastik und der hoch entwickelten Diätetik. Die elementare Mathematik beherrscht Aristoteles vollkommen und setzt dasselbe bei seinen Zuhörern voraus; er benutzt mit Vorliebe mathematische Beispiele und erörtert eingehend Wesen und Aufgabe der mathematischen Disziplinen, ihr System und Beweisverfahren; sein eigenes System der formellen Logik ist unzweifelhaft nach dem Vorbild der Mathematik aufgebaut, das auch die Form seiner logischen Beweise geprägt hat. Selbständiges hat er in der Mathematik nicht geleistet, und von der höheren Mathematik

verrät er keine Kenntnis; die hatte sich eben so schnell entwickelt, daß nur der Fachmann folgen konnte; die Natur eines Problems wie das der Kreisquadratur ist dem Aristoteles nicht klar geworden.

Ähnlich ist seine Stellung zur Astronomie; er notiert zwar gelegentlich astronomische Beobachtungen, aber sein Hauptinteresse gilt dem Weltsystem der Astronomie. Um den genaueren Beobachtungen zu genügen, hatte ein zeitgenössischer Astronom, Kalippos, das Eudoxische System weitergebildet durch die Annahme von noch sieben konzentrischen Sphären (für Sonne und Mond je zwei, für Mars, Venus und Merkur je eine). Ihm schloß Aristoteles sich an, aber indem er die mathematisch-theoretische Natur der platonischen Fragestellung und ihrer Beantwortung durch die Fachmänner verkannte und einen wirklichen Himmelsmechanismus herstellen wollte, sah er sich genötigt, um den störenden Einfluß der äußeren Sphären auf die inneren aufzuheben, noch 22 „zurückrollende" Sphären einzuschieben. Ganz abgesehen davon, daß sein Ziel auf etwas einfachere Weise hätte erreicht werden können, wurde das System mit seinen 55 massiven Sphären so verwickelt, daß es bald allen Kredit verlor, und andere Wege der Erklärung eingeschlagen wurden. Mittelpunkt des Kosmos ist ihm die Erde, deren Achsenumdrehung er bestreitet. Manches auf die Astronomie Bezügliche, z. B. über Kometen und Sternschnuppen, findet sich in seiner „Meteorologie"; darin gibt er auch eine prinzipiell richtige Erklärung des Regenbogens und versucht sogar eine mathematische Darstellung der Strahlenbrechung, worin er den Grund der Erscheinung erkannt hat. Optische Probleme haben ihn überhaupt mehrfach beschäftigt.

Die Physik des Aristoteles ist wesentlich spekulativ; er erläutert scharfsinnig die Grundbegriffe, wie Bewegung, Ort, Entstehung und Vergehen, aber Beobachtung und Experiment werden nur gelegentlich herangezogen und selten mit Glück. Als Grundstoffe behält er die vier Elemente bei, von denen er der Erde absolute Schwere, dem Feuer absolute Leichtigkeit zuschreibt. Durch diese Annahme und durch seinen begrenzten Kosmos verschließt er sich die richtige Auffassung der wichtigsten physischen Vorgänge; so ist es ihm unmöglich, zu dem Begriff der spezifischen Schwere zu gelangen, obgleich er öfters nahe daran herankommt. Als Substrat für die Kreisbewegungen der Himmelskörper nahm er ein fünftes Element an, den Äther, der als quinta essentia ein

Gegenstand unendlicher Spekulationen bei den späteren wurde. Für das Aufkommen einer empirischen Physik war sein System eher ein Hindernis, aber es hat manche Lehren der von ihm trotz aller Bekämpfung hochgeschätzten Atomistiker im Gedächtnis der Menschheit erhalten als fruchtbare Keime. Seine Annahme eines den Elementen gemeinsamen, qualitätslosen Urstoffs und eines fortwährenden Übergangs der Elemente ineinander ist der Nährboden geworden, dem die Chemie entsproß.

Eine Vorstellung von dem alles umfassenden Unterricht seiner Schule gibt die erhaltene Sammlung von „Problemen"; es kommt darin Medizinisches, Physiologisches, Mathematisches, Optisches, Musikalisches und noch mehr zur Sprache, und die Sammlung enthält eine Fülle von Beobachtungen, die zu Erklärungsversuchen anregen sollen und offenbar im mündlichen Unterricht behandelt worden sind. Von ähnlicher Herkunft ist die interessante kleine Sammlung „mechanischer Probleme", die zeigt, daß die Schule des Aristoteles, wenn auch tastend und mit vielen Fehlgriffen in der Erklärung, den wichtigsten Gesetzen der Mechanik auf der Spur war. Es werden darin namentlich Wage und Hebel besprochen, und die Grundlagen der Statik, das Prinzip der virtuellen Geschwindigkeit, das Parallelogramm der Kräfte, das Gesetz der Trägheit, die Wirkung eines Flaschenzugs sind mehr oder weniger klar angedeutet; man darf wohl darin eine Beeinflussung durch die von Archytas angefangenen Untersuchungen vermuten.

Den durch Platon in die Höhe gebrachten exakten Wissenschaften gegenüber verhielt sich also Aristoteles wesentlich rezeptiv; schöpferisch war er dagegen auf dem Gebiete der beschreibenden Naturkunde und der Biologie. Hier erst entfaltet sich seine ganze Größe, seine vortreffliche empirische Methode, sein ungeheures Wissen, sein systematischer Blick, der überall Ordnung schafft, seine Fähigkeit, Analogien und Ähnlichkeiten zu finden; seine teleologische Grundanschauung, die ihn in der Physik oft irreführt, ist ihm für die Behandlung der organischen Natur eine fruchtbare Arbeitshypothese. Wenn auch von den früheren, namentlich Demokrit und den Ärzten, ohne Zweifel viele Beobachtungen gesammelt waren und ihre Systematisierung hier und da in Angriff genommen, trägt das ganze stolze Gebäude doch deutlich den Stempel des aristotelischen Geistes; Aristoteles darf als der Schöpfer der wissenschaftlichen Zoologie und der ver-

gleichenden Anatomie betrachtet werden. Sein System des Tierreichs gibt Aristoteles in der „Tiergeschichte". Mit erstaunlichem Scharfblick greift er immer wesentliche Merkmale heraus, die zu einer naturgemäßen Klassifikation führen (so hat er z. B. die Wale unter die Säugetiere gestellt), und warnt vor dem Haftenbleiben an einzelnen auffälligen, aber prinzipiell wenig bedeutenden Unterschieden sowie vor der Zweiteilung als Haupteinteilungsprinzip. Fortschritte über das aristotelische System hinaus hat erst Linné getan, und sowohl in den Hauptzügen als in der Methode wandelt die zoologische Systematik heute noch in den Bahnen, die Aristoteles vorgezeichnet hat. Noch hervorragender sind die beiden Schriften „Von den Teilen der Tiere" und „Von der Erzeugung der Tiere"; erstere gibt eine vergleichende Beschreibung der tierischen Organe und ihrer Bestimmung, die den feinen Sinn des Aristoteles für Formenverwandtschaft im schönsten Lichte erscheinen läßt, letztere zeigt, in wie überraschend hohem Maße sein Scharfsinn, durch ein überaus reiches Beobachtungsmaterial unterstützt, ohne die Hilfsmittel der modernen Technik modernen Anschauungen vorgreifen konnte.

Die unübersehbare Fülle der Tatsachen und Einzelbeobachtungen, die diese Werke für alle Klassen des Tierreichs bringen, sind nur zum kleinsten Teil der Literatur entnommen. Sehr viel stammt von Erkundigungen des Verfassers her bei Fischern, Jägern, Viehzüchtern und Hirten; er bemerkt treffend, daß man den Beobachtungen solcher Leute trauen darf, selten aber ihren Erklärungen der Erscheinungen. Einen großen Teil namentlich der anatomischen Beobachtungen hat Aristoteles selbst gemacht; er hat Tiere zergliedert und den Befund zeichnen lassen. Seine Methode ist mit vollem Bewußtsein empirisch und induktiv; er weist auf diesem Gebiete voreilige Theorien und abstrakte Deduktionen energisch zurück und dringt auf sorgfältige Beobachtung. Sehr schön verteidigt er einmal die empirische Forschung gegen die Geringschätzung von seiten der Philosophen; ihr Gegenstand sei zwar nicht so erhaben wie der der Metaphysik, aber als Ersatz dafür uns näher liegend und greifbarer; selbst das Kleine, Unansehnliche, ja Widerliche, bringt dem Forscher Genuß, wenn er die Ursachen der Erscheinungen erkennen kann; es sei „kindisch" sich von der Erforschung der niederen Tiere mit Ekel wegzuwenden, hier gelte der Spruch Heraklits: Tretet ein, auch hier sind Götter.

Neben dieser richtigen Orientierung in der Naturforschung bedeutet es für die Schätzung des Aristoteles wenig, daß selbst die klar erkannte Methode ihn vor Mißgriffen im einzelnen nicht schützen konnte; daß seine prinzipielle Anweisung wenig befolgt wurde, ist nicht seine Schuld. Ohne Mikroskop und Präzisionsinstrumente mußte er die Aufgabe für einfacher halten, als sie ist, und das von ihm gesammelte Material ist so gewaltig, daß er es überschätzen und für genügend halten mußte. Trotz seiner vorsichtigen Theorie mußte er daher in seiner Praxis oft vorschnelle Schlüsse ziehen und nicht hinreichende Beobachtungen verallgemeinern. Auch seine Arbeitskraft reichte nicht hin, alle Angaben seiner Gewährmänner zu prüfen; es finden sich daher bei ihm neben den feinsten Beobachtungen nicht wenige merkwürdig falsche Behauptungen, auch über Erscheinungen, die er sehr leicht hätte kontrollieren können; manchmal hat auch offenbar, obgleich er ausdrücklich vor diesem Fehler warnt, vorgefaßte Theorie seine sonst so scharfen Augen getrübt. Zuweilen bedeutet seine Lehre sogar einen entschiedenen Rückschritt, wie er z. B. die Funktionen des Gehirns, die von den Ärzten längst richtig aufgefaßt waren, völlig verkannt hat. Aber trotz diesen Mängeln, die zuweilen von modernen Forschern über Gebühr aufgebauscht werden, verdient Aristoteles auch in der Geschichte der Fachwissenschaften einen Ehrenplatz.

Sein Werk wurde in seinem Geiste fortgeführt und vervollständigt durch seinen Nachfolger als Schulhaupt, Theophrastos von Lesbos. Dieser fleißige und besonnene Forscher steht zwar ganz auf dem Boden der Aristotelischen Doktrin, aber wahrt sich seiner Selbständigkeit und Kritik. So mißbilligt er die teleologische Betrachtung der Natur, die übrigens schon Aristoteles in seinen späteren Schriften nicht bis aufs Äußerste durchgeführt wissen will, und häufiger als sein Meister, der sich sehr schwer dazu entschließt, mit der Erklärung der Tatsachen zurückzuhalten, begnügt er sich mit einem Non liquet bis auf weiteres. Auch seine Sammlung der naturphilosophischen und physiologischen Ansichten der älteren Philosophen war, wie ein erhaltenes Bruchstück über die Sinne zeigt, von kritischen Bemerkungen begleitet; das Werk wurde auf seinem Gebiete Vorbild und Quelle für die spätere Geschichtsschreibung der Philosophie. Schon die Art dieser Aufgabe, die Aristoteles für seinen Schüler ausgesucht hatte, ist bezeichnend für die naturwissenschaftlichen Neigungen des Theo-

phrastos, und seine Hauptbedeutung für die Fachwissenschaft liegt wie die seines Meisters auf dem Gebiete der beschreibenden Naturkunde, wo er das Werk des Aristoteles trefflich ergänzt hat. Erhalten sind von ihm außer einigen meteorologischen Fragmenten (über die Winde, Wetterprognosen) ein Stück einer Mineralogie mit Beschreibungen und Beobachtungen über Steine und Erdarten und namentlich zwei größere Werke über Botanik, die in jeder Beziehung den zoologischen Werken des Aristoteles würdig zur Seite stehen, eine Pflanzenkunde und eine Pflanzenphysiologie. In Aristotelischer Weise enthält erstere das empirische Material, eine Systematik der Pflanzenwelt, worauf das zweite, spätere Werk die physiologische und biologische Erklärung der Erscheinungen baut, der abnormen sowohl als der regelmäßigen. Die Fülle der Beobachtungen ist überwältigend. Dem Verfasser steht eine überraschend reiche, für uns verschollene, botanische Spezialliteratur zu Gebote; außerdem hat er selbst an vielen Orten manches beobachtet, und mit Vorliebe benutzt er die Erfahrungen der Praxis; das empirische Wissen der Ackerbauer und Gärtner, der Arzneihändler und „Rhizotomen" weiß er zu benutzen, und man sieht aus seinen Angaben mit Staunen, wie weit vorgeschritten die rationelle Kultur des Landes ist, und welche Sorgfalt auf die Pflege z. B. des Weinstocks verwendet wird.

Von den Organen der Pflanze und ihren Funktionen, die die Grundlage seines Systems bilden, hat Theophrast meist ganz richtige Vorstellungen. Der beste Beweis für den hohen Standpunkt der damaligen botanischen Wissenschaft ist, daß sie der Aufgabe vollkommen Herr werden konnte, die ihr durch Alexanders Züge gestellt wurde, eine ganz neue Pflanzenwelt zu verstehen und zu schildern. Mit dem hohen Sinn für Wissenschaft, der Alexander auszeichnet, und den er doch wohl wesentlich dem Unterricht des Aristoteles verdankt, sorgte er dafür, daß alles Merkwürdige in der Tier- und Pflanzenwelt, das ihm oder seinen Feldherren in den bisher unbekannten Gegenden Asiens begegnete, von sachkundigen Beobachtern genau beschrieben wurde, und diese Berichte standen vielleicht schon dem Aristoteles, jedenfalls aber dem Theophrast zur Verfügung. Ihnen entnahm er die ebenso genauen als anschaulichen Beschreibungen der den Griechen so ganz fremdartigen indischen Flora; daß er und seine Quellen etwas so Neues wie den riesigen indischen Feigenbaum mit seinen Stützwurzeln oder die Mangrove-

vegetation morphologisch vollkommen richtig haben auffassen können und von diesen und ähnlichen fremdartigen Erscheinungen der Pflanzenwelt Beschreibungen geben, die wissenschaftlich auf der Höhe der besten modernen stehen, ist vielleicht der größte Ruhmestitel der Aristotelischen Schulung, die bei ihnen die Fähigkeit entwickelt hat, Wesentliches vom Unwesentlichen zu scheiden und die wirklich bedeutenden Merkmale zu erfassen. Die Schwierigkeit, ohne Hilfe von Abbildungen ihren Lesern ein anschauliches Bild einer ganz fremden Vegetation beizubringen, haben sie durch ein höchst einfaches Mittel überwunden: es werden durchweg heimische Pflanzen zum Vergleich herangezogen, und in der Auswahl ihrer Typen zeigt sich wieder das scharfe Auge für das Wesentliche und Charakteristische.

In dem erhaltenen Testament des Theophrastos wird bestimmt, daß „die Landkarten" in einer Säulenhalle neben dem Schullokal angebracht werden sollen, und selbstverständlich wurde auch Länderkunde im Lykeion gelehrt; Theophrast selbst berücksichtigt in seiner Botanik auch die Pflanzengeographie. Der Zug Alexanders mußte auch durch die Fülle des neuen Materials das Interesse für die beschreibende Geographie im Sinne der alt-ionischen Perihegese neu beleben. In den historischen Schilderungen der asiatischen Feldzüge nahm die Geographie einen breiten Raum ein, wie weiland bei Herodot; so hatte Aristobulos viele vortreffliche ethnographische und naturwissenschaftliche Schilderungen gegeben, und Megasthenes brachte über Indien interessante Mitteilungen. Administrativen und militärischen Zwecken, die aber zugleich der Wissenschaft nützlich wurden, dienten die „Bematisten" Alexanders, die auf den Hauptrouten die Entfernungen abschritten, und die Entdeckungsfahrten seiner Admiräle; so gab Nearchos eine zuverlässige Beschreibung der Südküste Asiens. Allerdings widerstanden die wenigsten der Verlockung, das Märchenhafte der Erlebnisse und die Wunder der neuen Welt noch zu steigern durch freie Erfindungen ihrer Phantasie; schon bei Megasthenes fand sich manche unglaubliche Nachricht. Durch diese Lügenberichte kamen Reisebeschreibungen aus fernen Ländern überhaupt in Verdacht; so wurden die ersten Nachrichten über das nördliche Europa, die der kühne Seefahrer Pytheas aus Massilia brachte, ein würdiger Nachkomme der alten ionischen Schiffer, von der gelehrten Welt mit unverdientem Mißtrauen aufgenommen.

Es ist begreiflich, daß dieser ganze Zuwachs an Material innerhalb der Schule des Aristoteles den Wunsch aufkommen ließ, auch die Geographie neu zu gestalten und systematisch auszubauen. Diese Arbeit wurde angefangen von einem Mitschüler Theophrasts, Dikaiarchos, aber, während seine mehr populär gehaltenen Werke über kulturgeschichtliche Themata lange Zeit die Gunst des Publikums genossen — sie gehörten z. B. zur Lieblingslektüre Ciceros —, so wurden seine wissenschaftlichen Leistungen in der Erdkunde bald durch Eratosthenes in den Schatten gestellt und vergessen; aber einzelne Nachrichten lassen sie als wertvolle Vorarbeiten erscheinen. Er hatte eine Erdbeschreibung verfaßt, die ohne Zweifel von einer Erdkarte begleitet war; wahrscheinlich rührt die Bestimmung des Erdumfangs zu 300 000 Stadien, die um diese Zeit auftritt, von ihm her. Ferner hatte er Höhenmessungen mehrerer Berge unternommen und sich auch mit der physischen Geographie abgegeben.

Auch außerhalb der peripatetischen Schule wurde in den Fachwissenschaften gearbeitet. Zwei kleine Schriften des Autolykos, eines Zeitgenossen des Aristoteles, worin die Geometrie der Kugel für astronomischen Gebrauch zurechtgelegt wird, sind besonders interessant als die ältesten vollständig erhaltenen Proben exakt-wissenschaftlicher Literatur. Um die Astronomie hat auch Herakleides aus Pontos, ein Freund des Aristoteles, aber mehr als er ein Fortsetzer der Traditionen der Akademie in seiner wissenschaftlichen Richtung, sich bedeutende, aber bald vergessene Verdienste erworben; er hat als Antwort auf die von Platon formulierte Aufgabe der Astronomie das sogenannte Tychonische Planetensystem (Merkur und Venus um die Sonne kreisend, diese und die übrigen Planeten um die Erde) aufgestellt, vielleicht sogar das Kopernikanische, wenigstens als Möglichkeit, vermutet. Gegen Aristoteles behauptete er die Unendlichkeit des Weltalls, und die Natur der Töne hat er vollkommen richtig erklärt.

Wie Herakleides gegen das Aristotelische Dogma vom begrenzten Kosmos auf Demokrit zurückgriff, so zeigt auch innerhalb der Schule selbst der Nachfolger Theophrasts, Straton von Lampsakos, in einem für die Physik wichtigen Punkt Beeinflussung von seiten der Atomistiker. Aristoteles hatte die Existenz des leeren Raums überhaupt geleugnet; Straton bestritt zwar die Annahme Demokrits, daß es einen kontinuierlichen leeren

Raum gebe, behauptete aber auf Grund von Experimenten die Existenz eines zwischen den Teilchen der Körper verteilten Vakuums. Wo wir imstande sind, seine Lehre zu rekonstruieren, ist ganz deutlich ein energischer Zug zu spüren, die Physik, von aller aprioristischen Spekulation befreit, auf experimenteller Grundlage neu aufzubauen. Hierin fand er so gut wie keine Nachfolge; aber sonst hat er auf die alexandrinische Wissenschaft einen großen und vielseitigen Einfluß geübt.

VII. Kapitel.

Die alexandrinische Periode.

Die nächsten Jahrhunderte nach Alexanders Tod tragen mit Fug und Recht den Namen der von ihm gegründeten Hauptstadt Ägyptens. Athen büßte nach der politischen Bedeutung nun auch die Stellung als Zentrum des geistigen Lebens ein. Wenn der philosophische Unterricht noch immer an die Stadt Platons gebunden blieb, ist der wesentliche Grund der rein materielle, daß die philosophischen Schulen in Athen Grund und Boden besaßen. In allen Fachwissenschaften übernahm Alexandria die Führung. Die äußeren Bedingungen geistiger Tätigkeit waren in den neuen Königreichen, die aus den Trümmern von Alexanders Weltherrschaft entstanden, wesentlich andere geworden als in den bisherigen rein griechischen, demokratischen Kleinstaaten. Griechisch war Weltsprache geworden, für die große Masse der Bewohner der wichtigsten neuen Reiche eine fremde Sprache, die künstlich gelernt werden mußte und dabei auf den barbarischen Zungen ihre Reinheit und Feinheit verlor. Über der Unterlage der nichtgriechischen Bevölkerung bildete sich oben eine zwar weitverbreitete, aber dünne Schicht der höheren Gesellschaft, mehr oder weniger nahe mit den Höfen verknüpft, und hier entwickelte sich als Rückschlag gegen den Mangel an Bildung der Masse und die lässige Sprache der Administration und des täglichen Lebens ein Kultus der Literatur und Sprache der Glanzzeit, der bald in ungesunde Altertümelei entartete. Diese Verhältnisse waren für die schöne Literatur wenig günstig; sie wandte sich nicht mehr an das ganze Volk, sondern an ein kleines gebildetes Publikum, sie konnte zwar eine raffinierte Kunst entfalten, aber ihre Frische war hin, erstickt durch Gelehrsamkeit und Unnatur. Für die Fachwissenschaften dagegen bot diese Neugestaltung der Gesellschaft, die so sehr an moderne Zustände erinnert, nicht geringe Vorteile. Sie waren jetzt alle so weit fortgeschritten, daß

sie nicht mehr mit dem Interesse des großen Publikums, sondern nur mit dem der Fachgenossen rechnen konnten, und deren Zahl mußte mit der Hellenisierung des Ostens bedeutend wachsen; durch die griechische Allerweltssprache, deren ästhetische Mängel sie wenig empfanden, und aus deren gemischtem Erze sie alsbald eine feste wissenschaftliche Terminologie schmiedeten, konnten sie bequem mit allen Gelehrten der Welt verkehren; von Alexandria aus wurden ihre Werke nach einem viel großartigeren Maßstab als bisher buchhändlerisch vertrieben. Die ihrem Wesen nach internationale Wissenschaft kümmerte es wenig, daß die nationalen Eigentümlichkeiten der Kleinstaaten wegnivelliert wurden. Dazu kam noch die Förderung von seiten der Fürsten, die sich für die Wissenschaft interessierten oder wenigstens so taten, weil es für standesgemäß galt. Für Poesie und Geschichtschreibung, für Redekunst und Philosophie ist Fürstengunst nicht immer vom Guten; die Wissenschaft aber hat nicht nur für gewisse Zweige große Geldmittel nötig, um sich ihr Material und Arbeitsgerät zu verschaffen, und diese flossen jetzt reichlicher als bisher; noch wichtiger war es, daß die neue Staatsordnung mit ihrem Beamtentum den für die Studien Veranlagten viel mehr Muße verschaffte, als die Demokratie mit ihren vielen Ansprüchen an die Bürger ihnen übriggelassen hatte; durch die Freigebigkeit der Fürstenhöfe waren viele Gelehrte jetzt imstande, ihr Leben ausschließlich der Wissenschaft zu widmen. Freilich enthielt diese Abhängigkeit auch Gefahren; wo die Quelle der Fürstenwohltaten versiegte, trocknete nur zu leicht die wissenschaftliche Blüte ein.

Das Urbild der literarischen Königshöfe und allein von bleibender Bedeutung war der der Ptolemäer in Alexandria. Schon der Stifter der Dynastie, der selbst gelehrte Neigungen hatte, hat auch zur geistigen Herrschaft seiner Hauptstadt den Grund gelegt. Ein Schüler des Aristoteles, Demetrios von Phaleron, fand bei ihm Aufnahme, als er Athen verlassen mußte, und darf als Vermittler der aristotelischen Traditionen gelten; denn unzweifelhaft diente die Schule des Aristoteles mit ihrer Bibliothek, ihren Sammlungen und ihrer Organisation der gemeinschaftlichen Arbeit als Vorbild für die wissenschaftlichen Institute in Alexandria, wie denn auch Straton, der Schüler des Theophrastos, als Lehrer des Thronfolgers berufen wurde. Ptolemaios II. Philadelphos ist der eigentliche Begründer sowohl

des Museions, wo mehrere Gelehrten zu Studienzwecken auf Staatskosten zusammen lebten nach dem Muster der athenischen Philosophenschulen, als der beiden großen Bibliotheken, wo die ganze vorhandenene Literatur zusammenfloß und katalogisiert wurde; der Grundstock scheint die Bibliothek des Aristoteles gewesen zu sein. An die Büchersammlungen knüpfte sich eine großartige Herausgebertätigkeit, die allerdings zunächst der poetischen Literatur der Vorzeit galt, aber auch für die Fachwissenschaften von Bedeutung wurde; in Alexandria entwickelte sich aus Ansätzen der aristotelischen Forschung die Philologie als Sprach- und Literaturkunde, und hier konzentrierte sich der Buchhandel; auf den einzigen Buchstoff, den Papyrus, hatte Ägypten ein natürliches Monopol. Diese günstigen Bedingungen für gelehrte Studien zogen bedeutende Vertreter der verschiedenen Fachwissenschaften heran, um die herum sich Schulen bildeten, die durch das ganze Altertum sich erhalten haben, wenn auch mit sehr verschiedenem Erfolg. Das dritte Jahrhundert ist auf den meisten Gebieten die Glanzzeit der griechischen Fachwissenschaft.

Merkwürdig im Schatten steht die beschreibende Naturwissenschaft, obgleich gerade Ptolemaios II. ein Liebhaber von seltenen und sonderbaren Tieren war. In Spezialwerken, die meist mit Acker- und Gartenbau, mit Vieh- und Bienenzucht oder ähnlichen praktischen Zwecken zusammenhingen, wurden zwar mit achtbarem Fleiß allerlei Beobachtungen zusammengetragen, aber wissenschaftlich kam man über Aristoteles und Theophrast nicht hinaus. Auf Aristoteles fußte sowohl der Vogelkatalog des Dichters und Literaturhistorikers Kallimachos, als das zoologische Sammelwerk des Philologen Aristophanes von Byzantion; bei beiden verspürt man schon die Neigung zum Sonderbaren und Märchenhaften, die für die spätere Entwicklung der Naturkunde verhängnisvoll wurde.

Der wissenschaftliche Geist der Zeit, vielleicht unterstützt von der ägyptischen Sitte des Balsamierens, überwand das alte Vorurteil gegen die Sektion menschlicher Leichen; die Ptolemäer sollen sogar zum Tode verurteilte Verbrecher lebend den Ärzten zur Verfügung gestellt haben. Jetzt erst wurde es möglich, die Anatomie des menschlichen Körpers auf exakten und systematischen Beobachtungen zu gründen, und die neu erschlossene Erkenntnisquelle wurde so eifrig benutzt, daß in kurzer Zeit die

wichtigsten anatomischen und physiologischen Entdeckungen Schlag auf Schlag folgten.

Der eigentliche Schöpfer der Anatomie des Menschen und der Stifter der alexandrinischen Ärzteschule war Herophilos von Chalkedon. Dieser außerordentliche Mann ist auf fast allen Gebieten der Heilkunde mit großem Erfolg tätig gewesen; er war Schüler des koischen Arztes Praxagoras, hatte sich aber von allem Dogmatismus losgesagt und wollte nur auf Beobachtung und Erfahrung bauen. Seine Hauptentdeckung betraf die Nerven, deren Natur und Funktion er zuerst klar erkannt hat; ferner hat er die Anatomie des Auges, der Leber, der Geschlechtsteile und besonders des Gehirns eingehend untersucht und vortrefflich aufgehellt. Kaum geringer waren seine Verdienste um die ärztliche Praxis; Diagnose und Prognose hatte er zu hoher Vollkommenheit entwickelt und die Bedeutung des Pulses als diagnostisches Hilfsmittel voll erkannt; er ist der eigentliche Begründer der bis zur äußersten Feinheit (später sogar Hyperfeinheit) ausgebildeten Pulslehre der antiken Heilkunde. Auch über Geburtshilfe hatte er geschrieben. Er hielt sehr viel von Arzneien, besonders solchen aus dem Pflanzenreich, und hatte in seiner Therapie viele Anweisungen zu ihrem Gebrauch gegeben, wußte aber andererseits auch die Wichtigkeit einer rationellen Diät und die Heilwirkungen der Gymnastik zu schätzen. In seiner Pathologie hielt er an der Hippokratischen Lehre von den vier Säften fest; als Sprößling der koischen Schule hat er sich überhaupt viel mit den hippokratischen Schriften abgegeben und einige davon kommentiert, wenn auch mit Kritik.

In einem gewissen Gegensatz zu Herophilos steht der andere große Arzt der Periode, Erasistratos von Keos, Leibarzt des Seleukos. Er bekämpfte die Hippokratische Humoralpathologie und empfahl gegen Herophilos einfache Heilmittel, wie er überhaupt Arzneien gegenüber sich skeptisch verhielt und eine diätetische Behandlung vorzog, indem er unrichtige Ernährung als Hauptursache aller Krankheiten betrachtete; auch vom Aderlaß, einem Hauptmittel der älteren Medizin, nahm er Abstand. Hervorragend war er als Anatom; in unermüdlicher Arbeit berichtigte und vervollständigte er die Entdeckungen des Herophilos. Er unterschied zuerst die Empfindungs- und die Bewegungsnerven, gab die erste genaue anatomische Beschreibung

des Herzens, führte die von Herophilos angebahnte Entdeckung der Chylosgefäße durch und bereicherte die Anatomie des Gehirns durch eine genauere Beschreibung seiner Windungen, deren starke Entwicklung er als für den Menschen charakteristisch erkannte. Durch seine systematischen Obduktionen hat er die pathologische Anatomie begründet, und als Chirurg zeichnete er sich durch Kühnheit und Gewandtheit aus. Seine Physiologie dagegen hatte darunter zu leiden, daß er den verhängnisvollen Irrtum des Praxagoras aufnahm, die Arterien führten nicht Blut, sondern Luft; den Einwand, daß bei Verwundungen auch aus den Arterien Blut fließt, suchte er dadurch zu beseitigen, daß er zwischen Venen und Arterien feine Verbindungskanäle annahm; bei der näheren Entwicklung dieser Theorie stützte er sich auf die physikalische Lehre Stratons von dem horror vacui.

Neben den beiden Koryphäen waren viele andere auf dem neu erschlossenen Arbeitsfelde tätig. Einer der bedeutendsten scheint Eudemos gewesen zu sein, der sich besonders um die Nervenlehre und die Entdeckung und Beschreibung der Drüsen verdient machte. Von der Schule des Herophilos zweigte sich bald die der Empiriker ab, die in begreiflicher Überschätzung der Errungenschaften der nüchternen Beobachtung alle Theorie verwarfen und für ihre rein erfahrungsmäßige Krankenbehandlung sich nicht ohne Berechtigung auf gewisse Schriften der Hippokratischen Sammlung beriefen.

Daß die streng wissenschaftliche und grundlegende Literatur der alexandrinischen Heilkunde ganz verloren gegangen, ist ein schlechtes Zeugnis für den geistigen Standpunkt der Ärzte des ausgehenden Altertums, die mit Kompendien und Auszügen dritter - vierter Hand fürlieb nahmen; der Verlust hat die Wiedergeburt der medizinischen Wissenschaft erschwert; manche anatomische Einzelheit hat wieder mühsam entdeckt werden müssen. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der anderen Wissenschaft, die in dieser Periode einen erst in der Neuzeit überschrittenen Höhepunkt erreichte, bei der Mathematik. Während die mathematische Literatur der vorigen Periode der Entwicklung fast vollständig untergegangen ist, haben sich für diese Periode der Vollreife von den führenden Forschern die Hauptwerke erhalten, an welchen die Renaissance unmittelbar lernen konnte, um dann die Untersuchungen der Alten weiterzuführen und als Ausgangspunkt für neue Aufgaben und Entdeckungen zu be-

nutzen. Das schnelle Aufblühen der Mathematik im 16. Jahrhundert wurde dadurch ermöglicht, daß die Ausführungen der griechischen Meister ein unbedingt zuverlässiges und exaktes Fundament abgaben, das nicht neu gelegt zu werden brauchte; in keiner anderen Wissenschaft kommt es vor, daß ein Lehrbuch aus dem Altertum noch heute mit allen Ehren seinem ursprünglichen Zwecke dient, wie das mit den Elementen Euklids z. B. in England noch immer der Fall ist.

Von den Lebensumständen und der Persönlichkeit des Euklides wissen wir gar nichts; die nicht wenigen Schriften von ihm, die erhalten sind, reden infolge ihres Charakters als Lehrbücher nur von der Sache und schweigen vollständig vom Verfasser. Nur so viel steht fest, daß er schon unter Ptolemaios I. in Alexandria Mathematik lehrte. Für diesen Unterricht sind seine fünf erhaltenen Werke verfaßt, und aus ihnen können wir eine Vorstellung davon gewinnen.

Das Hauptwerk, die „Elemente" (Stoicheia) der Geometrie, nimmt den Faden auf, wo die Akademie ihn hatte fallen lassen. Euklid hat darin die Entdeckungen des Eudoxos und des Theaitetos für die Elementarmathematik verarbeitet und dem System die volle logische Straffheit und formelle Vollendung gegeben; die „Elemente" sind fortan die anerkannte, meist stillschweigend vorausgesetzte Grundlage für alle weitergehende mathematische Untersuchungen; sie bilden den Abschluß der von Platon angeregten Systematisierung der Mathematik, und das Bedürfnis einer durchgreifenden Erneuerung dieser Grundlage hat sich im Altertum nicht geltend gemacht trotz den Entdeckungen des Archimedes, die dem heutigen Elementarunterricht einverleibt sind.

Das Werk besteht aus 13 Büchern; jedem Buche sind die dafür nötigen Definitionen vorausgeschickt, bloße Worterklärungen der benutzten Termini technici. Besonders umfangreich sind diese im ersten Buch, weil Euklid da auch solche Ausdrücke erklärt, die in seinem eigenen Lehrgebäude nicht vorkommen, wie z. B. Rhombe und Trapez, aber einmal in der mathematischen Sprache sich eingebürgert hatten und für die vollständige Einteilung der Figuren notwendig waren. Vor dem ersten Buch sind auch die Postulate und Axiome („gemeinsame Vorstellungen"), je fünf, zusammengestellt, die im Verein mit den Definitionen alle die Voraussetzungen erschöpfen sollen, die für den logischen Aufbau

des Lehrgebäudes nötig sind. Die Verteilung dieser Voraussetzungen auf die drei Kategorien, die Begriffsbestimmung von Postulat und Axiom und die Auswahl der aufzunehmenden ist sicher eine Frucht der platonischen Forschungen über die logischen Grundlagen der Mathematik; jedenfalls ist sie ein Ergebnis reifer Überlegung und feiner Schulung des Gedankens. Schon im Altertum hat man vielfach an der Anordnung Euklids gerüttelt, aber neuere Untersuchungen haben festgestellt, daß die Euklidische Formulierung nichts Entbehrliches und nur unerhebliche Lücken enthält selbst nach den sehr geschärften Anforderungen der modernen Mathematik; auch das von jeher viel umstrittene fünfte Postulat, das irrtümlich so genannte Parallelaxiom (daß zwei Geraden sich schneiden, wenn die inneren Winkel, die sie mit einer dritten, sie schneidenden Geraden bilden, kleiner sind als zwei rechte), behauptet mit Recht seinen Platz als Sicherung der Existenz eines Schnittpunkts zwischen zwei Geraden. In derselben Weise behaupten die vier übrigen Postulate die Existenz und Eindeutigkeit der Geraden und ihrer Verlängerung und des Kreises und genügen als Voraussetzungen für alle folgenden Konstruktionen; diese haben wiederum den rein theoretischen Zweck, die Existenz des Konstruierten zu beweisen, und ohne einen solchen Beweis darf nichts in den Theoremen benutzt werden. Die Axiome geben ebenso kurz wie erschöpfend Auskunft über die Begriffe der Gleichheit und Ungleichheit in ihrer Anwendung auf geometrische Größen. Mit derselben logischen Strenge und Knappheit entfaltet sich darauf in unangreifbarer Exaktheit das ganze System von Satz zu Satz, ohne die geringste Rücksicht auf Anschaulichkeit und genetische Entwicklung, nur durch reine Logik zwingend, wie es so recht den Neigungen und Herzenswünschen der besten Griechen entspricht.

Nachdem das erste Buch die wichtigsten Sätze über senkrechte und parallele Geraden sowie über Dreiecke und Parallelogramme mitgeteilt hat (den Schluß bildet der pythagoreische Lehrsatz), gibt das zweite die geometrische Algebra, die durch Operationen mit Flächen die Lösung der quadratischen Gleichung bewerkstelligt; das dritte Buch behandelt den Kreis mit den zugehörigen Geraden und Winkeln, das vierte die eingeschriebenen und umschriebenen regulären Vielecke. Bis hierher gibt Euklid wesentlich pythagoreisches Gut wieder, und auf die Gestaltung

der pythagoreiſchen Vorarbeiten muß es zurückgeführt werden, daß er in dieſen Büchern den Gebrauch von Proportionen abſolut vermeidet. Die Proportionen dürfen erſt eingeführt werden, nachdem das fünfte Buch die allgemeingültige Proportionslehre des Eudoxos gegeben hat; ihre Anwendung auf die Geometrie (Ähnlichkeit der Figuren) und die geometriſche Algebra zeigt dann das ſechſte Buch, deſſen Sätze wohl meiſt inhaltlich ſchon den Pythagoreern bekannt waren, aber erſt jetzt völlig exakt bewieſen werden konnten. Die Bücher 7—9 enthalten die Lehre von den rationalen Zahlen und gipfeln in wichtigen Sätzen über Progreſſionen und ſtetige Proportionen; auch hier wird ſicher Älteres verarbeitet, aber die ſehr ſcharfſinnige Grundlegung ſcheint erſt von Theaitetos herzurühren. Von ihm ſtammt auch ein Teil des zehnten Buches, das die irrationalen Größen ausführlich behandelt, aber hier ſcheint Euklid ſelbſt mehr als ſonſt poſitiv Neues hinzugefügt zu haben; das ſein ausgebildete Syſtem der Irrationalen und ihrer Benennungen dürfte in der Hauptſache ſein eigenes Werk ſein. Er brauchte es für die vollſtändige Beſtimmung der Stücke der regulären („platoniſchen“) Polyeder, deren Konſtruktion das dreizehnte Buch gibt als Abſchluß des Ganzen, nachdem die Bücher 11—12 die notwendigen elementaren Sätze der Stereometrie mitgeteilt haben. Die einfachſten der platoniſchen Körper haben ſchon die Pythagoreer konſtruieren können, auch der Nachweis, womit die „Elemente“ ſchließen, daß es deren nur fünf gibt, wird von ihnen ſtammen; andere wichtige Sätze (Volumenbeſtimmungen) gehören dem Eudoxos. Die eigene Zutat Euklids bleibt auch in der Stereometrie die Ausgeſtaltung des Syſtems; daß ſie weniger vollkommen iſt als die der Plangeometrie (ſo vermißt man eine ſcharfe Unterſcheidung von Symmetrie und Kongruenz, und in den Beweiſen finden ſich hier und da ſtärkere Sprünge, als er ſie in den plangeometriſchen Büchern zuläßt), ſpricht dafür, daß wir in dieſem Teil einen erſten Verſuch haben, die Stereometrie, mit deren Zuſtand Platon noch ſehr unzufrieden iſt, in ein exaktes Syſtem zu bringen. Das Verdienſt der „Elemente“ liegt überhaupt nicht ſo ſehr in der Neuheit der Sätze und Beweiſe, obgleich auch ſolche keineswegs fehlen, als auf dem formellen Gebiete, und zwar nicht nur im ſyſtematiſchen Aufbau des Ganzen, ſondern auch in der Geſtaltung und Gliederung der Beweiſe im einzelnen; die Klarheit und Feſtigkeit der Terminologie

und der Formelsprache, wodurch die griechische Mathematik sich bis zuletzt auszeichnet und die für alle Zukunft vorbildlich wurde, ist das Werk des Eukleides.

Ähnliche kanonische Geltung wie die „Elemente" besaßen auch seine „Data" als Hilfsmittel bei der analytischen Behandlung der Theoreme. Das Werk enthält denselben geometrischen Stoff als die ersten sechs Bücher der „Elemente", aber so zurechtgelegt, daß jeder Satz angibt, unter welchen Bedingungen irgendein geometrisches Gebilde „gegeben" (d. h. bestimmt) ist. Eine Schrift, die für die Behandlung der Probleme ähnliche Dienste leistete, indem sie angab, was unter gegebenen Bedingungen konstruiert („zuwege gebracht") werden kann, die „Porismen", ist leider verloren, und trotz verschiedenen Restitutionsversuchen ist es nicht gelungen, ein sicheres Bild von ihrem Inhalt zu gewinnen.

Verloren sind noch zwei zur höheren Geometrie gehörige Werke, wovon das eine über „Flächen als geometrische Örter" handelte, das andere in vier Büchern die Elemente der Kegelschnittlehre mitteilte. Letzteres, das neben dem des Menaichmos auch ein Werk des Aristaios, eines älteren Zeitgenossen, benutzte, wurde bald durch die Neugestaltung der Kegelschnittlehre (durch Apollonios von Perge) als Lehrbuch verdrängt; wir können aber teils aus Äußerungen des Apollonios, teils aus Archimedes, der es voraussetzt, den Inhalt ziemlich genau feststellen; es entsprach den drei ersten Büchern des Apollonios.

Sehr zu bedauern ist der Verlust einer Abhandlung „über Fehlschlüsse"; der große Systematiker hatte darin gewiß sowohl wichtiges historisches Material als interessante Bemerkungen zur Methodik mitgeteilt. Angeregt war er wohl durch Aristoteles, der die „sophistischen Beweise" systematisch behandelt hat. Selbständige Untersuchungen enthielt auch die Schrift „von der Teilung der Figuren", die in arabischer Bearbeitung erhalten ist; es werden darin auf elementare Weise Dreiecke, Vierecke und Kreise in zwei oder mehrere Teile zerlegt, die entweder gleich sind oder ein gegebenes Verhältnis haben.

Für den Unterricht hat Euklid auch Lehrbücher der Optik (d. h. der Perspektivlehre), der mathematischen Astronomie und der mathematischen Tonlehre (nach pythagoreischer Auffassung) verfaßt, die trotz einigen Mängeln immer in Gebrauch blieben und auch uns erhalten sind.

Während Euklid also wesentlich aus den bisherigen Ergebnissen der mathematischen Forschungen die Summe zieht, ist Archimedes, der genialste Mathematiker des Altertums und den größten der neueren ebenbürtig, auf allen Gebieten der große Neuschöpfer und originale Entdecker. Er war geboren in Syrakus, angeblich mit dem König Hieron verwandt, jedenfalls in seinem Dienst und mit dem Königshaus befreundet; dem Sohn und Mitregenten Hierons, Gelon, hat er eine geistreiche populäre Abhandlung gewidmet, und von seinen mechanischen Leistungen nicht nur bei der Verteidigung seiner Vaterstadt gegen die Römer sondern auch für private Zwecke des Königs gibt es bekanntlich viele Berichte, die wenigstens zum Teil glaubwürdiger sind, als es mit derlei Geschichtchen sonst der Fall zu sein pflegt; ohne Zweifel war er auch in seinem Auftreten so originell wie in seiner wissenschaftlichen Produktion; schon daß er in seinen Schriften seinen heimatlichen Dialekt und nicht die gewöhnliche Verkehrssprache benutzt, ist höchst eigentümlich und zeigt dieselbe Unabhängigkeit von jeder Schultradition, die ihn auch als Forscher auszeichnet. Er kam um bei der Eroberung von Syrakus 212, wie es scheint, durch einen Zufall und sehr gegen den Willen des römischen Feldherrn Marcellus; die bekannte Anekdote von seinem Tod am Studiertisch entspricht nicht übel dem Bild seines Wesens, das sich sonst ergibt, und ist jedenfalls hübsch erfunden.

Archimedes war der Sohn eines sonst unbekannten Astronomen Pheidias, von dem er gelegentlich eine Bestimmung des Sonnendurchmessers zu zwölf Monddurchmessern erwähnt, und hat ohne Zweifel selbst als Astronom angefangen; sein Studienfreund ist der Astronom Konon, er zeigt sich mit der astronomischen Literatur und Beobachtungsweise vertraut, hatte Untersuchungen und Beobachtungen über die Jahreslänge angestellt und ein kunstvolles Planetarium konstruiert und in einer eigenen Abhandlung beschrieben; Marcellus hatte es mit nach Rom gebracht, wo noch Cicero es bewundern konnte; auch ein Himmelsglobus des Archimedes war bei derselben Gelegenheit erbeutet worden und von Marcellus im Tempel der Virtus geweiht. Die astronomischen Arbeiten des Archimedes haben ihn wahrscheinlich auch veranlaßt, sein scharfsinnig ausgedachtes System zur Bezeichnung beliebig großer Zahlen aufzustellen und sich mit der Katoptrik abzugeben, worin er den Hauptsatz über Strahlenbrechung bewiesen hat.

Vermutlich hat also Archimedes anfangs den Unterricht seines Vaters genossen; aber auch von einem längeren Studienaufenthalt in Alexandria liegen sichere Zeugnisse vor; er steht sein Leben lang in freundschaftlichem und wissenschaftlichem Verkehr mit alexandrinischen Gelehrten wie Eratosthenes und den Astronomen Konon und Dositheos, in Alexandria läßt er seine Schriften erscheinen, alexandrinischen Studiengenossen teilt er sofort seine neuen Entdeckungen und Ergebnisse mit. Dabei muß er allerdings böse Erfahrungen gemacht haben; denn er spöttelt einmal über die Herren Professoren, die so täten, als ob nichts ihnen neu oder überraschend wäre, und legt ihnen einmal einige falsche Sätze vor, „damit sie überführt werden, auch Unmögliches bewiesen zu haben".

In Ägypten soll er die Wasserschnecke erfunden haben, womit er auch das Riesenschiff Hierons versah. Das spricht dafür, daß er früh sich auch mit Mechanik abgegeben hat, und ohne bedeutende mechanische Kenntnisse ließ sich sein Planetarium auch nicht konstruieren. Bei seinem wissenschaftlichen Geiste ist es begreiflich, daß er durch diese praktischen Aufgaben auf den Gedanken gebracht wurde, die mechanischen Gesetze exakt zu begründen; seine theoretische Formulierung der Aufgabe der Mechanik, „eine gegebene Last durch eine gegebene mechanische Potenz zu bewegen" (pikant ausgedrückt in seiner angeblichen Äußerung „gib mir einen Standort, so werde ich die Erde bewegen"), wird denn auch in der Überlieferung mit dem genannten Schiff Hierons verknüpft, dessen Stapellauf er durch Zahnräder und eine Schraube ohne Ende oder durch den ihm zugeschriebenen Flaschenzug bewerkstelligte. Es ist daher wahrscheinlich, daß seine Schriften über rationelle Mechanik, als deren eigentliche Begründer er gelten darf, einer frühen Periode seines Lebens gehören. Erhalten ist nur eine Abhandlung, die er selbst als „Elemente der Mechanik" zitiert, worin der Hauptsatz über die statischen Momente exakt bewiesen und die Lage des Schwerpunkts in Dreiecken, Parallelogrammen und Paralleltrapezen bestimmt wird. Aber außerdem hatte er in mehreren Schriften den Begriff des Schwerpunkts erörtert und Schwerpunktsbestimmungen gegeben für elementargeometrische Körper wie Zylinder und Kegel. Als er diese Untersuchungen auf Gebilde höherer Ordnung ausdehnte, wie die von Kegelschnitten begrenzten Flächen und ihre Umdrehungskörper (die von Archimedes Ko-

noiden und Sphäroiden benannt wurden), entdeckte er die Fruchtbarkeit der mechanischen Betrachtungsweise für die Mathematik und bildete eine Methode zur vorläufigen Auffindung von Areal- und Volumenbestimmungen aus, die der Infinitesimalrechnung der modernen Mathematik entspricht. Die erste Frucht dieser Methode war die Quadratur eines Parabelsegments, die er in einer erhaltenen Abhandlung sowohl auf mechanischem Wege als rein mathematisch ausführt. Nachdem er so die Brauchbarkeit der neuen Methode dokumentiert hatte, gab er in einer an Eratosthenes dedizierten Abhandlung, die erst vor wenigen Jahren aufgefunden worden, nähere Aufschlüsse darüber, indem er zunächst zwei schwierige Volumenbestimmungen, die er ihm vorher vorgelegt hat, sowohl durch die neue Methode gibt als durch die Exhaustionsmethode regelrecht beweist; ferner teilt er eine Reihe neuer Ergebnisse mit (Volumen- und Schwerpunktbestimmungen), die durch die mechanische Methode gewonnen sind. Da diese mit dem Begriff des Unendlichen operiert, kann sie, wie Archimedes ausdrücklich hervorhebt, nach den strengen Grundsätzen der antiken Mathematik keine exakten Beweise liefern, sondern nur vorläufige Resultate. In den nächsten Jahren geht Archimedes daher daran, diese Sätze stringent zu beweisen. Das geschieht in den beiden großen Werken „Von Kugel und Zylinder" und „Von Konoiden und Sphäroiden". Ersteres gipfelt in den zwei berühmten Sätzen, daß die Oberfläche der Kugel viermal so groß ist als ihr größter Kreis, und die Kugel $^2/_3$ des umschriebenen Zylinders. Den letzteren muß Archimedes als seine schönste Entdeckung betrachtet haben; eine darauf bezügliche Figur stand auf seinem Grabmal, das Cicero als Quästor in Syrakus auffand. Außerdem enthält das Werk die Lösungen einiger schwierigen Aufgaben die Kugel betreffend. In dem Buch von den Konoiden und Sphäroiden werden diese Umdrehungskörper erschöpfend behandelt und ihr Volumen bestimmt; nebenbei wird der Flächeninhalt der Ellipse gefunden. Auch die Sätze über den Schwerpunkt dieser Körper, die in der genannten Abhandlung über die Methode mitgeteilt sind, hat Archimedes später exakt bewiesen; erhalten ist nur die aus der Parabelquadratur sich ergebende Bestimmung des Schwerpunkts eines Parabelsegments. Diese mathematischen Untersuchungen hat Archimedes schließlich mit seiner Entdeckung des spezifischen Gewichts kombiniert, worauf er angeblich durch die Prüfung der

gefälschten Krone Hierons geführt wurde; das Ergebnis liegt vor in dem wundervollen Werk „Von schwimmenden Körpern", das die exakte Grundlegung der Hydrostatik enthält.

Daß Archimedes sofort seine neue Methode auf Quadraturen und Kubaturen verwendet, ist ein Beweis dafür, daß er von Anfang an auch durch die rein mathematischen Probleme der Zeit angeregt war; vor diesen Aufgaben hatte die elementare Mathematik vorläufig haltmachen müssen. Auch die beiden dem Eratosthenes vorgelegten Probleme gehen auf Kubaturen hinaus, und Archimedes hebt nachdrücklich als ihre Eigentümlichkeit hervor, daß sie im Gegensatz zu allen übrigen Volumenbestimmungen runder Körper die Gleichheit von Körpern, die teilweise von krummen Flächen begrenzt sind, mit solchen, die nur von Ebenen umschlossen werden, aussagen. Ob die verlorene Abhandlung über halbreguläre Polyeder mit ähnlichen Untersuchungen im Zusammenhang stand, ist nicht zu sagen; aber ganz hierher gehört seine Beschäftigung mit dem alten Problem der Kreisquadratur. In klarer Erkenntnis seiner nichtelementaren Natur hat er es zunächst durch Annäherung gelöst, indem er in der „Kreismessung" eine Methode angab, um π zwischen beliebig enge Grenzen einzuschließen. In dieser verstümmelt erhaltenen Abhandlung begnügt er sich mit der Bestimmung $3\frac{10}{70} > \pi > 3\frac{10}{71}$, aber in einer anderen Schrift, deren rätselhafter Titel „Von Parallelepipeden und Zylindern" über den Inhalt keinen Aufschluß gibt, hatte er eine Annäherung in 5- und 6stelligen Zahlen gegeben. In diesen Arbeiten hat er das Vorurteil der Schulmathematik überwunden, das konkrete Zahlen aus der exakten Geometrie verwies. Auf andere Weise hat er das Problem angegriffen in der schönen Abhandlung „Von den Spiralen", worin er durch diese Linie eine der Kreisperipherie gleiche Gerade bestimmt. Die Spirale entsteht, wenn eine Gerade sich um einen Endpunkt herumbewegt und gleichzeitig von einem Punkt durchlaufen wird; von zwei Sätzen aus der Bewegungslehre ausgehend (über die Proportionalität der zurückgelegten Strecken und der Zeiten bei kontinuierlicher Bewegung) gibt Archimedes eine musterhafte Darstellung der Eigenschaften dieser Kurve.

Ein Unikum in der ganzen griechischen Literatur ist die obenerwähnte populäre Abhandlung an Gelon, „über die Sandzahl". In Anknüpfung an das Sprichwort „zahllos wie Meeressand"

veranschaulicht Archimedes darin die Unendlichkeit der Zahlenreihe, indem er nachweist, daß, selbst wenn man sich den ganzen Kosmos mit Sand gefüllt denkt, wird die Zahl der Sandkörner doch innerhalb der Zahlen fallen, die man nach dem von ihm angegebenen System benennen kann. Dies System besteht darin, daß er die höchste Zahl, die sich mit den gewöhnlichen griechischen Zahlwörtern benennen läßt, 10000×10000, als Einheit einer neuen Zahlenreihe faßt, die also bis 10^{16} geht, und dies Verfahren immer wiederholt. Der Beweis wird sehr sorgfältig durchgeführt, und ihm zuliebe unternimmt Archimedes sogar eine mechanische Bestimmung des scheinbaren Sonnendurchmessers und gibt einen interessanten trigonometrischen Satz an, sowie Regeln für die Multiplikation der Glieder einer Quotientreihe. Da Archimedes sich also mit großen Zahlen besonders beschäftigt hat und außerdem bei den für die Kreismessung nötigen Wurzelausziehungen eine bedeutende Rechenfertigkeit zeigt, ist es nicht unmöglich, daß ein interessantes arithmetisches Problem, das unter seinem Namen in einem an Eratosthenes gerichteten Epigramm überliefert ist, wirklich von ihm gestellt ist; es handelt sich dabei um eine Auflösung unbestimmter Gleichungen, die schnell auf so große Zahlen führt, daß sie praktisch undurchführbar ist. Daß er auch die höhere Algebra vollkommen beherrscht, beweisen die arithmetischen Sätze, besonders Reihen betreffend, die er gelegentlich als Hilfssätze benutzt.

Die Darstellung des Archimedes ist dem bahnbrechenden Inhalt würdig, überaus klar und elegant, ohne ein überflüssiges Wort. Das Werkzeug der damaligen Mathematik, die Exhaustionsmethode und die Kegelschnitte, handhabt er mit vollendeter Virtuosität in den klassischen Formen des Eukleides.

Gerade die Meisterschaft, womit Archimedes die Kegelschnitte zur Lösung von Problemen höherer Ordnung benutzt, hat seinem sachkundigen Freund und Biographen Herakleides den Anlaß gegeben, den dritten großen Mathematiker der Periode, Apollonios von Perge, des Plagiats zu bezichtigen, eine Beschuldigung, die auf einem noch heute nachweisbaren Mißverständnis beruht.

Vom Hauptwerk des Apollonios, über die Kegelschnitte, besitzen wir griechisch nur die vier ersten Bücher, die drei folgenden sind in arabischer Übersetzung erhalten, das achte Buch ist verloren. Nach den interessanten Vorreden, womit der Verfasser

die ersten drei Bücher einem pergamenischen Freund Eudemos, die folgenden nach dessen Tod einem Attalos (vielleicht dem König von Pergamon Attalos I.) widmet, ist das Werk aus Vorlesungen, gehalten teils in Alexandria, wo Apollonios studiert hatte, teils in Pergamon, entstanden und soll die definitive Gestaltung des Stoffs geben und so die kursierenden unvollkommenen Nachschriften von Zuhörern ersetzen. Von seinem Verhältnis zu den Vorgängern gibt er genaue Rechenschaft. Danach enthalten die vier ersten Bücher die Elemente der Kegelschnittlehre, den bisherigen Lehrbüchern gegenüber verallgemeinert und erweitert; im besonderen gibt das dritte Buch viele neue Sätze, die für die Behandlung von Aufgaben der höheren Geometrie nützlich sind, und ermöglicht die vollständige Lösung eines von Euklid unvollkommen behandelten derartigen Problems, das vierte berichtigt die u. a. von Konon wenig befriedigend geführte Untersuchung über Schnitt- und Berührungspunkte der Kegelschnitte untereinander. Die vier letzten Bücher enthalten neue und weitergehende Untersuchungen über die Eigenschaften der Kegelschnitte und ihre Anwendungen.

Das Neue, wodurch der elementare Teil dieses Werks die älteren Lehrbücher verdrängte und für die Folgezeit maßgebend wurde, ist seine Änderung der bisherigen Definition der Kegelschnitte. Obgleich jedenfalls Archimedes, vielleicht schon Euklid, darüber im klaren waren, daß diese alle drei in jedem Kegel hervorgebracht werden können, wurde ihre Erzeugung von jeher doch definitionsmäßig so dargestellt, daß die schneidende Ebene senkrecht auf die Seitenlinie eines Umdrehungskegels gedacht wurde, so daß die Parabel in dem rechtwinkligen, die Ellipse in dem spitzwinkligen, die Hyperbel (d. h. der eine ihrer Äste) in dem stumpfwinkligen Kegel hervorgebracht wurde. Apollonios stellte eine neue Definition auf, wonach alle drei Schnitte in jeder beliebigen Kegelfläche mit zirkularer Basis erzeugt wurden, und diese Verallgemeinerung erlaubte ihm den bedeutenden methodischen Fortschritt, die beiden Hyperbeläste als eine Kurve systematisch zu behandeln und so die Sätze allgemeiner zu fassen, indem erst so die Übereinstimmung mit der Ellipse mit voller Klarheit hervortritt; die geometrische Eigenschaft, die er bei der Definition zugrunde legte, ist dieselbe, die in der modernen Mathematik durch die Scheitelgleichungen ausgedrückt wird, und danach gab er den Schnitten die heute gebräuchlichen Namen; über-

haupt entspricht sein Verfahren so ziemlich dem der modernen analytischen Geometrie, nur daß deren algebraische Gleichungen durch geometrische Operationen mit Flächen ersetzt werden.

Der Umfang der Ergebnisse seiner Kegelschnittlehre imponiert heute noch den Sachkundigen. Ihre Anwendung auf die schwierigsten Probleme der damaligen höheren Geometrie hatte er in einer stattlichen Reihe von Spezialabhandlungen demonstriert, worin die sehr allgemeine Fassung der Probleme und die sorgfältige Diskussion der Möglichkeitsbedingungen ganz modern anmuten; sie dienten z. T. Unterrichtszwecken als Musterbeispiele zur Einübung erschöpfender Behandlung von Problemen und hielten sich in der alexandrinischen Schule lange im Gebrauch, sind aber später verloren gegangen bis auf eine, die in arabischer Übersetzung vorliegt; für die übrigen sind wir auf kurze aber sachverständige Referate des Inhalts angewiesen. Auch von dem alten Problem der Würfelverdoppelung hatte er eine Lösung angegeben.

Mit modernen Gedanken berührte sich auch eine sehr interessante, leider verlorene Abhandlung von ihm über die Grundlagen der Mathematik. Die wenigen erhaltenen Bruchstücke zeigen das Bestreben, die mathematischen Grundbegriffe an die Wirklichkeit zu knüpfen, wie er z. B. den der Linie durch einen Hinweis auf die Grenze zwischen Licht und Schatten erläuterte; die Zahl der Voraussetzungen suchte er einzuschränken und die ersten Beweise der „Elemente" Euklids entsprechend umzugegestalten. Von irgendeinem Erfolg dieser Bestrebungen ist trotz dem Ansehen des „großen Geometers", wie die späteren ihn nennen, nichts zu verspüren.

In seinen übrigen Schriften, die bis auf wenige Notizen verloren sind, zeigt Apollonios sich teils als durch Archimedes angeregt, teils setzt er Arbeiten Euklids fort. Letzteres gilt besonders von seiner Abhandlung über die „unregelmäßigen Irrationalen", worin die im 10. Buch der „Elemente" gegebene Klassifikation der irrationalen Größen erweitert wurde; aber auch seine Abhandlung über das Dodekaeder und das Ikosaeder in der Kugel scheint an die stereometrischen Bücher Euklids angeknüpft zu haben. Archimedische Gedanken waren ausgenutzt in seinem Buche über die Spirale in einer Zylinderfläche (die „Schneckenlinie") und in seinem „Schnellrechner", worin er ein dem Archimedischen ähnliches System zur Benennung großer

Zahlen dargelegt und wahrscheinlich auch seine feinere Annäherung für π mitgeteilt hatte; wenn er diese Untersuchungen scherzend an einen Vers knüpfte, dessen Buchstaben er nach ihrem Zahlenwert addierte, darf man darin eine Nachwirkung der populären Form der archimedischen „Sandrechnung" erblicken. Auch seine Arbeiten über Katoptrik, worin er u. a. Brennspiegel behandelte, werden von den Untersuchungen des Archimedes angeregt sein; denn die Sage von den Brennspiegeln, womit Archimedes die römischen Schiffe vor Syrakus in Brand gesteckt haben soll, scheint durch Sätze über Brennpunkte veranlaßt zu sein, die Archimedes in seiner Katoptrik bewiesen hatte. Auch auf die Astronomie erstreckte sich die Tätigkeit des Apollonios; ihm gehört die mathematisch sehr fein ersonnene Theorie der Epizyklen zur Erklärung des scheinbar unregelmäßigen Laufs der Planeten.

Der klassischen Zeit der griechischen Mathematik gehört noch Nikomedes, der Erfinder der Konchoide, durch welche Kurve er eine hübsche Lösung der Dreiteilung des Winkels geben konnte.

Auch die praktische Mechanik nahm in dieser Periode einen ungeheuren Aufschwung. Es war nicht nur Archimedes, der durch geschickt konstruierte, kräftig wirkende Kriegsmaschinen der mannigfaltigsten Art den Römern die Eroberung von Syrakus erschwerte; auch der Belagerer Marcellus verfügte über ähnliche Angriffsmittel, und in den vielen Kriegen zwischen den Nachfolgern Alexanders spielten Wurfmaschinen und andere mechanische Kriegswerkzeuge eine Rolle wie noch nie; Epoche machte hierin die berühmte Belagerung von Rhodos durch Demetrios, der davon seinen Beinamen Poliorketes erhielt. Die mechanischen Schriften des Archimedes behandelten nur die Statik; aber in Alexandria wurde auch unter dem Einfluß Stratons die Lehre vom Luftdruck (die Pneumatik) theoretisch entwickelt und praktisch ausgenutzt. Als der Begründer dieser Technik gilt Ktesibios, der um die Mitte des 3. Jahrhunderts in Alexandria tätig war; er konstruierte sowohl schwere Geschütze, wobei er zum Teil komprimierte Luft benutzte, als allerlei mechanische Kunstwerke und schrieb auch über die Theorie der Mechanik. Seine Werke sind verloren, wir können uns aber von seiner Tätigkeit eine Vorstellung bilden durch die umfangreiche „Mechanik" seines Nachfolgers Philon von Byzantion, die einiger-

maßen erhalten ist, zum Teil freilich nur in arabischer Bearbeitung. Die neun Bücher dieses Hauptwerks der antiken Mechanik behandelten das ganze Gebiet der mechanischen Technik. Nach einer allgemeinen Einleitung wurden darin allerlei Wurfmaschinen und Geschütze beschrieben; man hat sie neuerdings nachgebildet mit Hilfe der dem Werke beigegebenen Illustrationen und ihre Tragweite und Schußsicherheit bewundern können. Auch andere praktische Vorkehrungen zur Verteidigung und Belagerung befestigter Städte, die mit der eigentlichen Mechanik wenig zu tun haben, hatte Philon mitbehandelt, so daß sein Werk zugleich ein gewiß willkommenes Handbuch der Belagerungskunst abgab. Dahin gehört auch die Lehre vom Hebel, die ausführlich behandelt war. Ferner war die Konstruktion von Automaten und einem Automattheater angegeben, und in dem der Pneumatik gewidmeten Abschnitt, der mit dem experimentellen Nachweis der Konsistenz der Luft beginnt, werden allerlei niedliche mechanische Apparate beschrieben und abgebildet, die in den Gärten und bei den Festlichkeiten der Großstadt die Gäste belustigt haben, Vexierbecher, Gießkannen, die nach Belieben verschiedene Flüssigkeiten liefern, Fontänen mit trinkenden Tieren und singenden Vögeln, ein Tintenfaß in der sog. cardanschen Aufhängung, ein Räuchergefäß, das durch Wasserdampf wirkt, und ähnliche Kunststücke, aber auch nützliche Maschinen wie Wasserräder, Schöpfwerke und automatische Waschapparate zur Reinigung vor dem Betreten eines Tempels. Bei den meisten dieser Maschinen wird der Luftdruck verwendet, und sie zeigen völlige Vertrautheit mit den Gesetzen des Hebers.

Das überreiche Material, das durch die Züge Alexanders und die von ihm veranlaßten Entdeckungsfahrten der Geographie zugeführt worden war, und das in einer reichen Literatur bereit lag, wurde in seinem Geiste sowohl von den Seleukiden in Asien als von den Ptolemäern noch vermehrt; so wurde u. a. Äthiopien und das Kaspische Meer, dessen wahrer Charakter von jeher umstritten war, jetzt erforscht. Der hohe Standpunkt der Mathematik mußte sodann den Gedanken nahelegen, die Bemühungen der aristotelischen Schule um die mathematisch-physische Geographie wieder aufzunehmen und die Arbeit des Dikaiarchos zu vollenden. Dies geschah durch den vielseitigen und gelehrten alexandrinischen Bibliothekar Eratosthenes von Kyrene, dessen Werk allen Anfechtungen zum Trotz für die wissenschaftliche

Geographie des Altertums maßgebend blieb und ihm nicht ohne Grund den Ruhm als Schöpfer dieser Wissenschaft eingebracht hat. Er gab darin zunächst nach dem Vorbild des Aristoteles eine Geschichte der Geographie von Homer an, dessen beschränkten Horizont er mit richtigem historischen Verständnis betonte gegenüber den phantastischen Vorstellungen mancher Homererklärer von der Allwissenheit des Dichters auch auf diesem Gebiete. Dann folgte die mathematische Beschreibung der bewohnten Erdoberfläche, deren Länge er zu 78000 Stadien, die Breite zu 38000 anschlug; er teilte sie durch eine Parallele mit dem Äquator, die durch die Meerenge bei Gibraltar ging, in eine nördliche und eine südliche Hälfte, ferner durch weitere sechs Parallelkreise und sieben Meridiane in ungleiche Vierecke, die er einzeln beschrieb; der nördlichste Parallelkreis ging durch „Thule", wobei er die Mitteilungen des Pytheas benutzte. Schließlich erläuterte er im einzelnen die von ihm entworfene Erdkarte. Zugrunde legte er eine Erdmessung, die er selbst vorher unternommen und beschrieben hatte; mit der Entfernung zwischen Alexandria und Syene (die er auf denselben Meridian setzte mit einem Abstand von 5000 Stadien, beides nicht ganz genau) als Ausgangspunkt berechnete er mit sehr anerkennenswerter Annäherung den Erdumfang zu 250000 (oder 252000) Stadien. Sein sonstiges Material waren die vorliegenden Angaben über Tagemärsche und Küstenentfernungen, vielleicht auch eigens für ihn unternommene amtliche Vermessungen; aber wesentlich war er auf die Literatur angewiesen, und die Angaben, die er darin finden konnte, reichten begreiflicherweise nicht aus zu einer exakten Feststellung der Lage. Aber wo genaue astronomische Beobachtungen vorhanden waren, hat er sie sorgfältig und sachkundig ausgebeutet, und allem Anschein nach hat er überhaupt geleistet, was mit dem vorhandenen Material geleistet werden konnte, und zwar mit voller Erkenntnis der Unzulänglichkeit mancher Angaben; die Angriffe der Späteren auf seine Unzuverlässigkeit und seine Irrtümer hat er daher nur in beschränktem Maße verdient.

Auf der anderen Seite kann es nicht geleugnet werden, daß seine schon den Zeitgenossen auffällige Vielseitigkeit einen gewissen Anflug von Dilettantismus hat. Archimedes lobt zwar sein Interesse und Verständnis für mathematische Dinge und hat ihm seine Entdeckungen vorgelegt als eine Aufforderung

zur Mitarbeit, aber was wir von seinen mathematischen Leistungen kennen, ist nicht gerade bedeutend; er hat eine praktische Methode zur Ausscheidung der Primzahlen angegeben (den „Sieb des Eratosthenes") und zur Auffindung zweier mittlerer Proportionalen ein sehr mäßiges Instrument (Mesolabium) erfunden, das er in einem Tempel Alexandrias als Weihgeschenk aufgestellt hatte, und auf das er ein an Ptolemaios II. gerichtetes Epigramm gedichtet hat. Was seine mathematische Abhandlung „über die Mittelgrößen" enthielt, ist gänzlich unbekannt. Seine physischen Ansichten hatte er in einer Art Erläuterung zu Platons Timaios dargelegt; darin hatte er vom „delischen Problem" gesprochen (dadurch war er wohl auf sein Mesolabium geführt worden), über Proportionen gehandelt und unter Polemik mit den Pythagoreern eine Theorie der mathematischen Verhältnisse der Töne entworfen.

Daß auch die Astronomie durch die Riesenfortschritte der Mathematik gefördert wurde, z. T. von den führenden Mathematikern selbst, wurde oben gelegentlich erwähnt. Aber auch die Entwicklung der Mechanik kam ihr zustatten; die verbesserte Technik lieferte, wie den Feldmessern komplizierte Nivellierinstrumente mit feinen Schrauben und Zahnrädern, so den Astronomen genaue Apparate für Beobachtungen und Messungen am Himmel, zuverlässige Sonnenuhren u. ä. In der „Sandrechnung" beschreibt Archimedes ein von ihm selbst erdachtes Instrument zur annähernden Bestimmung des Sonnendurchmessers im Winkelmaß und bezeichnet bei der Gelegenheit Erörterungen über den beschränkten Genauigkeitsgrad der Instrumente als etwas Allbekanntes, woraus man auf die Bemühungen der Zeit in dieser Richtung schließen darf. Sein bewegliches Planetar muß große Anforderungen an die mechanische Technik gestellt haben. Am Observatorium zu Alexandria wurden zur Lösung der astronomischen Grundfragen systematische und zielbewußte Beobachtungsreihen angestellt, und man war vollkommen imstande, die alten Observationen der Chaldäer, die durch den Zug Alexanders zugänglich wurden, wissenschaftlich zu verwerten und ihre Bedeutung richtig zu schätzen. Für die in der Astronomie erforderlichen genauen Zeitbestimmungen war die im bürgerlichen Leben gebräuchliche grobe Einteilung von Tag und Nacht in bzw. vier und drei Abschnitte unbrauchbar; die Astronomen führten daher die babylonische Stundenteilung durch, die übrigens schon

Herodot kennt, und von ihnen aus verbreitete sie sich auch im täglichen Leben; das Wort hora (Zeit, Jahreszeit) bekam die Bedeutung: Stunde, worin es von den Römern übernommen wurde. Aus Babylon entlehnten die Astronomen ferner das Sexagesimalsystem. Während man sonst die altägyptischen Stammbrüche (mit 1 als Zähler) beibehielt, im praktischen Leben wie in der Wissenschaft, rechnen die Astronomen mit Sexagesimalbrüchen und teilen den Kreis in 360 Grade zu je 60 Minuten zu je 60 Sekunden. Dieses System, das fortan die Astronomie beherrscht, tritt uns zum erstenmal entgegen in einer kleinen Abhandlung über den Aufgang der Tierkreiszeichen von Hypsikles (2. Jahrhundert), aber keineswegs als eigene Neuerung. Als Hilfsmittel für die Astronomie wurden auch die Grundlagen der Trigonometrie erschaffen. Erwägungen trigonometrischer Art finden sich schon in dem erhaltenen Schriftchen, worin Aristarchos von Samos (3. Jahrhundert) nach dem Vorgang des Eudoxos Größe und Entfernung der Sonne und des Mondes mathematisch zu bestimmen sucht. Seine Methode ergibt für den Mond eine einigermaßen befriedigende Annäherung an das Richtige, während für die Sonne das Ergebnis notwendig ganz ungenügend werden mußte.

In dem genannten Schriftchen folgt Aristarchos dem hergebrachten geozentrischen Weltsystem; aber aus zuverlässigen Quellen (u. a. einer gelegentlichen Äußerung des Archimedes) wissen wir, daß er in einer anderen Schrift die Annahme begründet hatte, daß die Erde und die Planeten um die Sonne als Mittelpunkt kreisen, also das vollständige Koppernikanische System. Aristarchos war ein Schüler Stratons, und es ist möglich, daß dieser kühne Neuerer ihn dabei beeinflußt hat; verwandte Gedanken waren ja nicht nur den Pythagoreern sondern auch den athenischen Philosophenkreisen vertraut. Aber der Bruch nicht nur mit den populären Vorstellungen sondern auch mit Grundanschauungen der maßgebenden Philosophen war zu schroff; die Astronomen wiesen die Hypothese Aristarchs ab, die nur in dem hochbegabten und originellen Forscher Seleukos aus Seleukeia (um 150) einen einsamen Verfechter fand. Der Stoiker Kleanthes bezeichnete sogar in einer eigenen Schrift Aristarchs Annahme als Gotteslästerung.

Dem Seleukos wird die richtige Erklärung von Ebbe und Flut verdankt, indem er ihre Abhängigkeit von dem Monde und seiner

Stellung durch Beobachtung feststellte. Er behauptete auch mit Herakleides aus Pontos die Unendlichkeit des Weltraums.

Unter den alexandrinischen Astronomen ragen als Himmelsbeobachter hervor die Freunde des Archimedes Konon und Dositheos; beide hatten nach dem Vorbild des Eudoxos Kalender mit meteorologischen Beobachtungen zusammengestellt.

Konon, der auch als Mathematiker bedeutend war, gab zu Ehren der Gemahlin des Königs Ptolemaios Euergetes einer bisher unbenannten Sterngruppe den Namen „Locke der Berenike", ein Ereignis, das Kallimachos in einem berühmten Gedicht gefeiert hatte. Die Sternbilder erfreuten sich überhaupt eines allgemeinen Interesses. Eratosthenes benutzte gelegentlich in seinen Gedichten Sternsagen, und Aratos aus Soloi (3. Jahrhundert) gab in seinem Gedicht „Himmelserscheinungen" eine Beschreibung sämtlicher Sternbilder nach der Himmelskarte des Eudoxos. Das Gedicht hat einen außerordentlichen Anklang gefunden, obgleich sein poetischer Wert nicht besonders groß ist; es wurde durch das ganze Altertum von bedeutenden Fachmännern erläutert, von den Römern mehrmals übersetzt, u. a. von Cicero, und hat etwas Sternkunde bis tief ins Mittelalter hinein gerettet; es gibt mittelalterliche Handschriften der lateinischen Bearbeitung mit Bildern, die sicher auf das Altertum zurückgehen.

Auch der exakteste Astronom des Altertums, Hipparchos, hat in seiner Jugend einen Kommentar zu Aratos geschrieben, in dem er ihm seine astronomischen Irrtümer nachweist. Es ist bezeichnend für den Verfall der Wissenschaft im ausgehenden Altertum, daß dies wenig bedeutende Jugendwerk das einzige ist, was sich von der umfangreichen Produktion des großen Forschers erhalten hat, offenbar als Anhängsel zu dem Gedicht des in der Astronomie dilettantierenden Schöngeistes. Von den streng wissenschaftlichen Schriften des Hipparchos, die er selbst in einer eigenen Abhandlung aufgezählt hatte, sind nur dürftige Bruchstücke auf uns gekommen; sie reichen aber aus, um seine Bedeutung zu erkennen.

Hipparchos war zu Nikaia in Bithynien in der ersten Hälfte des 2. Jahrhunderts geboren, und in Bithynien hat er den größten Teil seiner astronomischen und meteorologischen Observationen gemacht; doch hat er auch auf Rhodos und wahrscheinlich in Alexandria beobachtet. Er hatte klar erkannt, daß

nur durch genaue und anhaltende Beobachtung eine feste Grundlage für die astronomischen Theorien geschaffen werden konnte, und daß selbst geringe Beobachtungsfehler den Ergebnissen gefährlich werden mußten; er hat daher überall auf absolute Exaktheit gedrungen. Daß diese mit den damaligen Mitteln der Wissenschaft nicht entfernt erreicht werden konnte, darf uns nicht daran hindern, sein Verdienst anzuerkennen, die Forderung gestellt und nach Kräften zu ihrer Erfüllung beigetragen zu haben. In Übereinstimmung mit seiner Grundanschauung hat er in seiner Produktion wesentlich auf die Sammlung von Beobachtungsmaterial sein Augenmerk gerichtet und zeigt allen Theorien gegenüber die größte Zurückhaltung. Er hat die astronomischen Instrumente verbessert und neue erfunden; dadurch wurde er imstande, mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit die Erscheinungen am Himmel zu beobachten. Die Observationen der älteren Astronomen aus Babylon, Athen und Alexandria hat er im größten Umfang herangezogen, teils um sie zu kontrollieren, teils um dadurch etwaige Veränderungen am Himmel zu konstatieren. So wurde er imstande, die Präzession zu entdecken, für die Bewegungen der Planeten ein wertvolles Material zu sammeln und auf wichtigen Punkten die bisherigen Angaben zu korrigieren; er hat z. B. die Länge des Sonnenjahres, die Äquinoktial- und Solstitialpunkte, die Bahnen und Entfernungen der Sonne und des Mondes genauer bestimmt. Durch die Erscheinung eines neuen Sterns kam er auf den Gedanken, einen Fixsternkatalog zu verfassen, der die früheren Versuche der Art weit hinter sich ließ, sowohl durch seine Vollständigkeit (es waren 8—900 Fixsterne verzeichnet) als durch sein festes System. Diese Riesenarbeit hatte den ausgesprochenen Zweck, die Astronomen der Zukunft instand zu setzen, mit Sicherheit zu entscheiden, ob die Fixsterne etwa mit der Zeit ihre Lage, Größe und Helligkeit änderten oder nicht. Auch sonst war Hipparchos darauf bedacht, den Astronomen ein verfeinertes Rüstzeug an die Hand zu geben; er hat die Trigonometrie als Hilfswissenschaft der Astronomie zuerst systematisch ausgebaut und eine Sehnentafel berechnet.

Von seinen physischen (über die Schwere) und mathematischen Arbeiten haben wir leider nur vage Kunde; etwas mehr wissen wir über sein astronomisch-geographisches Werk „Gegen Eratosthenes". Er unterzog darin die Geographie des Eratosthenes

einer herben, teilweise ungerechten Kritik, indem er sein ganzes Unternehmen als verfrüht bezeichnete; seinen Grundsätzen getreu, bemängelte er das von Eratosthenes benutzte Material als unzuverlässig und forderte als Grundlage einer Weltkarte lauter genaue astronomische Daten für Länge und Breite — ohne zu ahnen, daß er damit eine Anforderung stellte, die das nächste Jahrtausend und mehr nicht befriedigt hat, und mit dem Mangel an Verständnis für die notwendigen Schwächen des ersten großen Wurfs, der einer starren Exaktheit eigen ist. Seine scharfe Kritik hinderte ihn nicht daran, den Eratosthenes zu benutzen, wie er z. B. auch seine Erdmessung gelten ließ, und gelegentlich selbst mit ebenso dürftigem Material fürlieb zu nehmen.

VIII. Kapitel.

Die Epigonenzeit.

Bei aller wissenschaftlichen Größe zeigt selbst Hipparchos unverkennbare Züge des Epigonentums, das dem 2. und 1. Jahrhundert v. Chr. ihr Hauptgepräge gibt, so eine zuweilen etwas unfruchtbare Kritik, die ihn z. B. verhindert hat, die Hypothese des Aristarchos aufzunehmen mit all den neuen Aufgaben, die sie in ihrem Schoß trug. Die frische Kühnheit und die schöpferische Genialität der großen Zeit sind verflogen; es wird zwar fleißig und tüchtig gearbeitet, aber nur innerhalb der schon eröffneten Gebiete; eine wesentliche Erweiterung des Horizontes findet nirgends statt. Die Schuld tragen z. T. die Zeitverhältnisse. Die griechischen Staaten rieben sich unter sich auf, und die Fürsten gewährten der Wissenschaft nicht mehr die materielle Unterstützung, die sie bei der Gleichgültigkeit des großen Publikums nicht entbehren konnte; Alexandria, der bisherige Hauptsitz des wissenschaftlichen Lebens, büßte unter der Mißregierung des Ptolemaios VII. Physkon (145—116) diese Führerschaft ein, und das aufwärtsstrebende Rhodos konnte auf die Dauer keinen genügenden Ersatz bieten. Einen unersetzlichen Verlust litt Alexandria durch den Brand eines Teils der Bibliothek unter Cäsar. Aber auch abgesehen von diesen ungünstigen äußeren Umständen ist es natürlich, daß ein so gewaltiger Aufschwung der Wissenschaft nicht ununterbrochen weitergehen kann; es folgt notwendig eine Zeit der Verdauung und Verarbeitung der neuen Ergebnisse, und ehe sich daraus eine neue Blüte entfalten konnte, ging der kalte Hauch des Römertums über die Welt.

Am meisten Leben und Bewegung zeigt die Heilkunde. Mit der Verbreitung der Zivilisation wuchs auch der Bedarf an Ärzten. Als öffentlich angestellte „Archiatroi" und als Leibärzte der Fürsten gelangten sie zu Reichtum und hohem Ansehen, und Rom, wo noch der alte Cato seinen Sohn vor den griechischen „Giftmischern" warnte und selbst lieber Beinbrüche mit einem

albernen Abracadabra heilte, bot bald den griechischen Ärzten ein neues Feld für einträgliche öffentliche und private Praxis. In Rom wirkte der berühmteste Arzt der Zeit, Asklepiades (1. Jahrhundert), ein Kleinasiate wie die meisten Ärzte dieser und der folgenden Periode. Er war ursprünglich Rhetor, und von seinem alten Beruf her hat er auch als Arzt die Neigung beibehalten, Aufsehen zu erregen; der Kampf ums Dasein in der Weltstadt mußte überhaupt die Gefahr des Charlatanismus nahelegen. Er fühlte sich in Rom so wohl, daß er eine Einladung des Königs Mithridates ablehnte, der sich für Medizin und überhaupt für Naturwissenschaft lebhaft interessierte, allerdings hauptsächlich für ihre unheimlichen und mystischen Seiten. Asklepiades hat das Verdienst, gegen die überhandnehmende Verwendung von Medikamenten, Brech- und Abführungsmitteln opponiert zu haben; er war ein Vorkämpfer für die Wichtigkeit der Diätetik, und seine Heilmittel waren möglichst einfache, Wasserkuren, Bäder, Frottieren, Mäßigung im Essen, u. dgl. Ohne besonders originell zu sein und trotz seinem Mangel an tieferen medizinischen Kenntnissen, besonders in der Anatomie, hat er durch verständige und geschickte Anwendung dieser Heilmethode nützlich gewirkt, und seine Schule war lange Zeit einflußreich. — Überhaupt richtet sich die Arbeit innerhalb der Medizin der allgemeinen Zeitrichtung und ihrem Bedürfnis entsprechend weniger auf die rein wissenschaftliche Forschung, die von den großen alexandrinischen Ärzten so glänzend gefördert war, als auf die ärztliche Praxis. Doch wurden unter dem Einfluß der Philosophie die physiologischen Grundlagen der Heilkunst eifrig diskutiert. Asklepiades gab die Hippokratische Lehre von den vier Säften auf und baute seine Physiologie auf der epikureischen Atomlehre mit einigen Modifikationen auf. Die Anhänger des Erasistratos bekämpften lebhaft die Schule des Herophilos, von der sich, wie gesagt, die Sekte der Empiriker abgezweigt hatte; angesichts des Widerstreits der physiologischen Hypothesen verzichtete diese auf alle Theorie und wollte nur die praktische Erfahrung und kasuistische Individualisierung gelten lassen. Ihr Hauptmeister, Herakleides von Tarent, erwarb sich große Verdienste um die Arzneilehre.

Bei aller Bekämpfung behauptete Hippokrates doch immer noch seinen Rang als Klassiker der Heilkunst, und als solcher wurde er fortwährend gelesen und erläutert. In Fortsetzung der

alexandrinischen Tradition haben die meisten der namhaften Ärzte auch dieser Periode, so z. B. sowohl Asklepiades als Herakleides, Kommentare zu Hippokratischen Schriften verfaßt. Erhalten ist der Kommentar des Apollonios von Kition (um 50 v. Chr.) zu der Schrift von den Verrenkungen, der dadurch besonders interessant ist, daß die Einrenkungsmethoden durch Abbildungen verdeutlicht sind.

Die Ärzte waren zugleich Apotheker, und die Wichtigkeit der vegetabilischen Heilmittel für ihre Praxis kam indirekt dem Studium der Botanik zugute. Der Leibarzt des Mithridates, Krateuas, hat ein vortrefflich illustriertes Kräuterbuch mit pharmakologischem Text zusammengestellt; die Schönheit und Korrektheit seiner Pflanzenbilder ist noch aus den erhaltenen späteren Nachbildungen ersichtlich.

Als Kuriosität mag angeführt werden, daß der fruchtbare aber unfähige Dichter Nikandros aus Kolophon (Anfang des 2. Jahrhunderts) auch Rezepte gegen Gifte in Verse gebracht hat, die trotz ihrer Abgeschmacktheit Leser und Erklärer fanden und so uns erhalten sind; in seinem verlorenen Gedicht über Ackerbau kamen Beschreibungen von Pflanzen vor. Überhaupt brachte auch die reiche landwirtschaftliche Literatur der Botanik einige Bereicherung mit Einzelbeobachtungen über Futterpflanzen und Gemüse.

Die wissenschaftliche Zoologie dagegen, der solche Stütze in der ärztlichen und landwirtschaftlichen Praxis fehlte, verkümmerte vollständig; höchstens darf man annehmen, daß zu der im Altertum hoch entwickelten Tiermedizin in dieser Periode der Grund gelegt wurde. Sonst wuchert auf diesem Gebiete die Wundersucht der Zeit fort. Das zoologische Hauptwerk der Periode, das Tierbuch des Alexandros von Myndos (1. Jahrhundert), als bequemes Handbuch viel benutzt, wirtschaftete mit dem Material des Aristoteles und würzte es kritiklos mit allerlei Wunderkram; von diesem Werke führt eine gerade Linie über die Tieranekdoten des Ailianos (3. Jahrhundert n. Chr.) zu den Fabelbüchern des angehenden Mittelalters.

Auch in der Mineralogie findet man neben fachmännischen Abhandlungen, namentlich über edle Steine, die seit der Eroberung Asiens sehr begehrt waren und daher schon gefälscht wurden, ganze Werke, die den mystischen Eigenschaften der Mineralien gewidmet sind.

Der Aberglaube fand auch in die Astronomie Eingang. Unter dem Schutze der stoischen Modephilosophie drang die babylonische Astrologie jetzt in die griechische Welt ein; die ersten Spuren können bis in die nächste Nähe des Hipparchos zurück verfolgt werden. Ein Hauptwerk der Astrologie, auf die Namen eines ägyptischen Königs Nechepso und eines Priesters Petosiris getauft, war schon im 1. Jahrhundert verbreitet.

Die wissenschaftliche Astronomie war zwar nicht ganz ausgestorben; in Alexandria wurden noch immer Beobachtungen angestellt. Aber die literarischen Leistungen sind nicht bedeutend. Die Sphärik des Theodosios, die vermutlich in diese Zeit gehört, ist nur eine Neubearbeitung eines alten Lehrbuchs der Geometrie der Kugelfläche, das vielleicht von Eudoxos stammt; von demselben gibt es noch zwei kleine astronomische Werke, die später beim Unterricht in Alexandria benutzt wurden, aber bisher noch nicht herausgegeben sind.

Einen erfreulicheren Eindruck bekommt man von dem Betrieb der Mathematik, obgleich die erhaltenen Nachrichten nur trümmerhaft sind. Die Arbeiten der großen Geometer wurden, wenigstens auf einigen Gebieten, fortgesetzt und weitergeführt. So behandelte Zenodoros in Anschluß an Archimedes nicht ungeschickt isoperimetrische Figuren, und der obenerwähnte Hypsikles nahm eine Untersuchung des Apollonios über die regelmäßigen Körper wieder auf in einer hübschen Abhandlung, die sich als Anhängsel zu den Elementen Euklids gerettet hat. Besonders beschäftigte man sich mit der Auffindung neuer Kurven; ein gänzlich unbekannter Perseus behandelte erschöpfend die spirischen Linien, auf die schon Eudoxos aufmerksam gemacht hatte, und Diokles erfand die sog. Kissoide, die er zu einer Lösung des alten Problems der Würfelverdoppelung verwendete; er hatte auch ein, wie es scheint, bedeutendes Werk über Brennspiegel geschrieben, worin er ein schwieriges Problem des Archimedes mittels Kegelschnitte gelöst hatte. Auch die auf einer Kugelfläche beschriebene Spirale wurde um diese Zeit in Anschluß an Archimedes und Apollonios untersucht. Die Systematik der mathematischen Disziplinen hatte ein ziemlich unbekannter Gelehrter, Geminos, behandelt in einem interessanten Werk, das viel historisches Material enthielt.

In der Geographie riefen die strengen Forderungen, die Hipparchos an ihre wissenschaftliche Behandlung gestellt hatte,

eine Reaktion hervor; in seinem Geiste wurde nicht weiter gearbeitet, dagegen kam die alte ionische Art der Länderbeschreibung, die Periegese, wieder in Aufnahme. Schon der etwas ältere Zeitgenosse des Hipparchos, Agatharchides, hatte in seinen historischen und geographischen Schriften vortreffliche ethnographische Schilderungen gegeben, besonders von Afrika und Arabien. Der bedeutendste Historiker der Zeit, Polybios, wandte sich entschieden von der mathematischen Geographie ab; ein ganzes Buch seines Geschichtswerks widmete er der Beschreibung der römischen Welt. Auf Agatharchides fußte z. T. die Beschreibung der Mittelmeerländer von Artemidoros aus Ephesos (um 100), die sich der alten Periplusliteratur genähert zu haben scheint. Doch trat bald wieder eine Wendung ein, infolge deren die mathematisch-astronomische Seite der Geographie wiederum mehr Berücksichtigung fand. Diese Gegensätze verspürt man deutlich in der Geographie Strabons (Zeit des Augustus), dem bedeutendsten Werke, das uns auf diesem Gebiete aus dem Altertum übrig ist. Strabon, geboren zu Apamea in Pontus, hat die allgemeine grammatische und philosophische Bildung der Zeit, aber keine sonderlichen mathematischen oder astronomischen Fachkenntnisse. Er hat auch ein historisches Werk verfaßt, und persönlich neigt er entschieden zu der Auffassung des Polybios; die Geographie soll vor allem den Herrschern und Feldherren nützlich sein. Der Geograph muß allerdings etwas Mathematik und Astronomie verstehen und bei seinen Lesern voraussetzen können; aber die exakte Wissenschaft ist für ihn doch nur Hilfsdisziplin, deren Ergebnisse er verwendet, ohne viel nach ihrer Methode und Beweisführung im einzelnen zu fragen. Sein Gegenstand ist die Oikumene, die zur Zeit bekannte, bewohnte Welt; allgemeine theoretische Fragen über die ganze Erde, die Bewohnbarkeit anderer Teile davon u. dgl. gehen ihn eigentlich nichts an. Selbst die mythologischen Exkurse, die Strabon liebt, namentlich wo Homer im Spiele ist, werden beschränkt aus Rücksicht auf die praktischen Leute, die sich für gelehrtes Beiwerk wenig interessieren.

Strabon hat selbst eine sehr ehrenwerte Autopsie — er hat die römische Welt von Armenien bis Sardinien, von Pontus bis Äthiopien selbst bereist —, und sein Werk ist unschätzbar durch die Fülle von Nachrichten und durch lebendige Schilderungen der damaligen Zustände. Zu dem Besten gehört seine Be-

schreibung Italiens, wogegen die Griechenlands etwas enttäuscht, weil sein Interesse für Homer ihn dazu verleitet hat, einen gelehrten alexandrinischen Kommentar zum Schiffskatalog der Ilias zugrunde zu legen.

Für Griechenland besitzen wir einige Bruchstücke einer anonymen, etwa 150 Jahre älteren Periegese, die durch scharfe und feine Einzelbeobachtungen interessiert; köstlich ist z. B. die Schilderung des wasser- und gärtenreichen, üppigen Theben mit den brutalen Männern, die die Straßen unsicher machen, und den reizenden Frauen, die sich fast wie die Türkinnen von heute kleiden. Die wenigen Seiten sind der einzige erhaltene Rest einer eifrig gepflegten Literaturgattung, die an Dikaiarchos anknüpft; einer ihrer Hauptvertreter war Polemon (2. Jahrhundert), der in seiner Periegese besonders Kunstwerke beschrieb und Inschriften kopierte, die er für Kunst- und Kulturgeschichte verwertete.

Wenn Strabon trotz seiner inneren Abneigung doch bis zu einem gewissen Grade die mathematisch-astronomische Seite der Geographie berücksichtigt, ist das wahrscheinlich dem Einfluß des Poseidonios zu verdanken, den er für die Schilderung von Spanien und Gallien als Quelle benutzt.

Poseidonios, aus Syrien gebürtig, aber ansässig auf Rhodos, wo seine Schule auch von Römern, wie Cicero und Pompeius, besucht wurde, war stoischer Philosoph, aber wider die Gewohnheiten der strengen Schule verband er mit der Philosophie Interesse für Mathematik und Naturwissenschaft und dazu schriftstellerische Fähigkeit. In seinem bedeutenden Werke „Vom Ozean", worin er die Ergebnisse seiner großen Forschungsreise nach dem westlichen Europa niedergelegt hatte, war, wie Strabon klagt, mehr Mathematik und Astronomie mitgenommen, als es eigentlich dem Geographen ansteht, der für ein allgemein gebildetes Publikum schreibt. Er hatte über Geometrie geschrieben, und sein Kommentar zu Platons Timaios gab den Anstoß zur Wiedererweckung der pythagoreischen Zahlenmystik, wie er überhaupt, in Übereinstimmung mit der alt-stoischen Lehre und in Gegensatz zu seinem Lehrer Panaitios, allerlei Aberglauben ergeben war; namentlich war er ein Verfechter der Mantik und der Astrologie. Seine astronomischen Kenntnisse hatte er nicht nur zur Konstruktion eines Planetariums nach dem Muster des von Archimedes verfertigten verwendet, sondern auch in besonderen Schrif-

ten betätigt; er hat eine große Meteorologie und eine Abhandlung über Größe und Entfernung der Sonne verfaßt. Aus seinen astronomischen Werken besitzen wir einen sachkundigen Auszug von Geminos, und noch im 2. Jahrhundert n. Chr. hat Kleomedes sie für sein astronomisches Kompendium ausgebeutet.

Daß Poseidonios, den man mit etwas Übertreibung als den letzten selbständigen Forscher des Altertums bezeichnet hat, wirklich eigene Forschungen, namentlich geographisch-ethnographische, angestellt hat, soll nicht geleugnet werden; aber in den exakten Wissenschaften war er nur Dilettant. Seine Bedeutung liegt hauptsächlich darin, daß er dem gebildeten Publikum das darbot, was es verdauen konnte. Wie die durch Panaitios gemilderte und veredelte stoische Philosophie die Allerweltsreligion der Gebildeten wurde, so haben die bequem genießbaren Schriften des Poseidonios die höhere Lesewelt erobert; sehr zustatten kam es ihm dabei, daß er wie Panaitios mit leitenden römischen Kreisen in enger Verbindung stand. Es ist sehr bezeichnend, daß sein Gönner Cicero, als es ihm einmal einfällt, auch über Geographie zu schreiben, vor allem nach Eratosthenes greift; nach der durch Poseidonios herbeigeführten Wendung der Geographie konnte man anständigerweise an dem Begründer der wissenschaftlichen Erdkunde nicht vorübergehen. Aber ebenso bezeichnend ist es, daß Cicero kaum die Lektüre angefangen hat, so sieht er sich in fachwissenschaftliche Diskussion verwickelt, wo er weder aus noch ein weiß, und gibt das grillenhafte Unternehmen auf. Unzweifelhaft hat Poseidonios viele nützliche Kenntnisse verbreitet, besonders in der römischen Welt. Aber der Fluch des Populärisierens lastet auch auf ihm; nirgends hat er zu selbständiger Arbeit für die Wissenschaft angetrieben, vielmehr dazu beigetragen, daß die grundlegenden wissenschaftlichen Werke nicht mehr gelesen wurden; alles Wissenswerte konnte man ja viel leichter bei ihm haben. Und sein Einfluß war so bedeutend, daß die von ihm gebilligten Ergebnisse der früheren Forscher, z. B. die Erklärung des Seleukos von Ebbe und Flut, fortan Gemeingut der gebildeten Welt wurden, während das, was er verwarf, z. B. das heliozentrische System Aristarchs, völlig der Vergessenheit anheimfiel.

IX. Kapitel.

Die Römer.

Seitdem Polybios, tief ergriffen von dem römischen Wesen, das er in bester Gesellschaft kennen gelernt hatte, seinen staatlich verkommenen Landsleuten die politische Größe Roms vor Augen gestellt hatte, ist die Beeinflussung auch der Literatur durch Rücksichten auf römischen Geschmack und römische Bedürfnisse sehr fühlbar; bei Poseidonios und Strabon haben wir sie schon verspürt. Für die echte Wissenschaft konnte das nur zum Unheil werden. Die Römer mit ihrem beschränkten Bauernhorizont und ihrer kurzsichtigen „praktischen" Nüchternheit hegten immer in ihrem Innersten der freien Wissenschaft gegenüber die eigentümliche Mischung von Verdacht und Verachtung, die ihr noch heute gern von Halbgebildeten entgegengebracht wird, und renommieren gelegentlich damit. Der Erzdilettant Cicero rühmt einmal seine Landsleute, daß sie Gott sei Dank nicht sind wie jene Griechen, sondern das Studium der Mathematik und dergleichen auf das praktisch Anwendbare und Nützliche beschränken. Auf den hier behandelten Gebieten haben die Römer daher nichts Selbständiges geleistet; was sie brauchten, entlehnten sie den Griechen.

Am tiefsten standen sie in den exakten Wissenschaften, womit sich kaum einer und der andere zum Staunen der Zeitgenossen aus bloßer Liebhaberei abgab, wie jener C. Gallus, von dem Cicero erzählt, daß er oft ganze Tage und Nächte mit astronomischen Berechnungen zubrachte, um das Vergnügen zu haben, seine Freunde mit Voraussagungen von Finsternissen überraschen zu können. M. Terentius Varro, der Freund Ciceros, der von allen Römern am meisten wissenschaftlichen Geist zeigt, hat gelegentlich auch diese Gebiete gestreift, ohne daß wir imstande wären, uns von seinen hierher gehörigen Schriften eine deutliche Vorstellung zu bilden. Das bißchen Mathematik, das die römischen Feldmesser nötig hatten, wurde ihnen aus dem Griechischen übersetzt und so zurechtgelegt, daß es ohne weitere theo-

retischen Kenntnisse für die gewöhnliche Praxis verwendbar war. Trotzdem sie in den geläufigen privaten und öffentlichen Geschäften eine bedeutende Übung gehabt haben müssen — gröbere Irrtümer ihrerseits waren strafbar —, waren sie neuen und größeren Aufgaben nicht gewachsen; als Agrippa seine große Reichsvermessung unternahm, mußte er alexandrinische Fachleute heranziehen; die formelle Oberleitung hatte allerdings ein Römer. Noch armseliger sind die mathematischen Brocken, die in den Enzyklopädien der Spätzeit figurieren; so verrät Martianus Capella (um etwa 400) in seinem unglaublich abgeschmackten Buch „Hochzeit des Mercurius und der Philologia", dem Orakel des Mittelalters, worin er einige Fetzen aus Euklids Elementen wiedergibt, schon dadurch seinen vollständigen Mangel an mathematischem Begriff, daß er die erste Definition („Punkt ist, was keinen Teil hat") übersetzt: Punkt ist, dessen Teil Nichts ist. Erst als es mit dem echten Römertum zu Ende ist, werden durch die Übersetzungen des Boetius († 524) von den Elementen Euklids und von Schriften über Arithmetik und Musiktheorie einige mathematische Kenntnisse dem Okzidente vermittelt, woran dann das Mittelalter zehren konnte. Nur wo praktische Zwecke größere Fertigkeit erforderten, wurde sporadisch etwas mehr geleistet; so zeigt die sachkundige Abhandlung des Julius Frontinus „über Wasserleitungen" (1. Jahrhundert n. Chr.) sowohl Rechenfertigkeit als geometrisches Verständnis der vorliegenden Aufgaben.

Die unwissenschaftliche Gesinnung der Römer zeigte sich mit Aberglauben und Mystik wohl vereinbar. Ciceros Freund, der Sonderling Nigidius Figulus beschäftigte sich mit pythagoreischen Zahlenspekulationen und introduzierte die Astrologie in die römische Literatur. Sie spielte in der Kaiserzeit eine bedeutende Rolle in den höchsten Kreisen und wurde sogar in Verse gebracht in dem erhaltenen Gedicht eines sonst unbekannten Manilius. Aus dem 4. Jahrhundert besitzen wir ein ausführliches Lehrbuch der Astrologie von einem eifrigen Adepten, Firmicus Maternus.

Für die wissenschaftliche Astronomie haben die Römer so wenig geleistet wie für die Mathematik. Die Sternbilder und die daran geknüpften Sagen erfreuten sich eines gewissen Interesses; das Gedicht des Aratos wurde nicht nur von Cicero sondern noch zweimal ins Lateinische übertragen, und auch die angeblich Era-

tosthenische Behandlung der Sternsagen fand einen Übersetzer. Mit Chronologie hatte schon Varro sich abgegeben; aus ihm schöpft vermutlich das Büchlein des Censorinus „Vom Geburtstag", das nicht uninteressante astronomische Notizen enthält.

Eine geschickte populäre Darstellung astronomischer und physikalischer Lehren, hauptsächlich nach Poseidons, hat Seneca gegeben in seinen „Untersuchungen über die Natur", die für das Mittelalter ein wichtiges Quellenwerk wurden. Ganz ungenießbar und problematisch ist dagegen das Werk des Vitruvius „Von der Architektur", das allerlei Auszüge aus griechischen Schriftstellern über Mechanik und Verwandtes bringt in einer so albernen Form und einer so seltsamen Sprache, daß man nicht ohne Grund gezweifelt hat, ob es wirklich von einem Baumeister des Augustus herrührt, wie es beansprucht.

Die beschreibende Naturwissenschaft im weitesten Sinne ist vertreten durch die „Naturgeschichte" des älteren Plinius († 79 bei einem Versuch, den Vesuvausbruch, der Pompeji vernichtete, aus der Nähe zu beobachten). In dieser wüsten Kompilation sind mit erstaunlichem Fleiß eine Unmasse von Notizen aus allen möglichen, meist griechischen Quellen zusammengestoppelt über Geographie, Anthropologie, Zoologie, Botanik, Medizin, Mineralogie und Kunst; wie in einem Raritätenkabinett stehen wertvolle alte Sachen neben Trödelkram, wie unkritische Lektüre es dem unermüdlich exzerpierenden Verfasser eben an die Hand gab. Aus dem dicken Buche wurden fortwährend wieder Auszüge gemacht; namentlich wurden die medizinischen Abschnitte für den praktischen Gebrauch zusammengestellt.

Die Heilkunde, die einem echten Römer wie dem alten Cato noch ein Greuel war — er empfiehlt als Universalmittel Kohl in verschiedener Zubereitung —, aber schon bei Varro Beachtung fand, hat im 1. Jahrhundert n. Chr. ein erfreuliches Werk aufzuweisen, das Handbüchlein des Cornelius Celsus, bei weitem das beste, was die Römer in der ganzen fachwissenschaftlichen Literatur hervorgebracht haben. Es ist ein Teil einer sonst verlorenen Enzyklopädie, wie solche bei den Römern von jeher beliebt waren, und der Verfasser ist kein Fachmann; er gibt aber in einfacher und klarer Sprache seine griechische Quelle mit Verständnis wieder und hat manche wertvolle Nachricht gerettet, besonders über die ausgezeichnete alexandrinische Chirur-

gie. Aber von diesem weißen Raben abgesehen, herrscht auch in der Medizin dieselbe Öde. Nach Plinius gibt es fast nur Rezeptbücher, darunter auch ein versifiziertes von Q. Serenus; die meisten sind sehr spät und in einem sprachlich sehr interessanten, barbarischen Latein geschrieben. Erst ganz am Schlusse des Altertums begegnen uns ausführlichere Arbeiten über Heilkunde und Veterinärwissenschaft, alles nach dem Griechischen; das wichtigste ist eine Übersetzung der Therapie des Soranos von Caelius Aurelianus (4. Jahrhundert). Diese medizinische Übersetzungsliteratur geht ohne Unterbrechung weiter bis tief ins Mittelalter hinein; selbst in den finstersten Zeiten des Westens hat man nie vergessen, daß die Griechen die Meister der Heilkunde waren, und die Sorge um die Gesundheit, die allerdings im Mittelalter sattsam nahegelegt wurde, zwang dazu, die sprachlichen Schwierigkeiten zu überwinden, die sonst den Weg zu den griechischen Wissensquellen versperrten. Selbst als man anfing, die arabische Medizin heranzuziehen, erscholl auch von der Seite nur ein Echo der Griechen.

Wenn auch die wissenschaftliche Geographie den Römern völlig fern lag, hatten sie doch die Befähigung und die Bedingungen, für Ethnographie und Länderkunde etwas zu leisten. Die besseren römischen Geschichtsschreiber haben denn auch nicht versäumt, gelegentlich geographisches Beiwerk anzubringen, wie es von Anfang an bei den griechischen Historiken Sitte war. Schon Cato hatte in seinem Geschichtswerk ethnographische Merkwürdigkeiten mitgenommen, die ihm auf seinen Feldzügen aufgefallen waren, besonders solche, die einem Landwirt interessant sein mußten. Bei Gelegenheit des Jugurthinischen Krieges gibt Sallustius einige Schilderungen aus Nordafrika, das er persönlich kannte. Kurze, aber genaue, ethnographische Beschreibungen von Germanien und Britannien hat Cäsar in die Darstellung seiner Kriege eingeflochten, und von Tacitus besitzen wir nicht nur in der Lebensbeschreibung seines Schwiegervaters Agricola, der als Statthalter von Britannien sich große Verdienste erwarb, eine Schilderung der bisher unbekannten Teile der Insel, sondern auch ein besonderes Büchlein über Germanien, das sehr erwünschte Nachrichten über sonst dunkle Zeiten und Gebiete bringt, auch über Skandinavien, aber unter der ungesunden Tendenz leidet, der römischen Üppigkeit und Überkultur das edle Naturvolk der Germanen zur Beschämung vor-

zuhalten. Tacitus verrät übrigens das einzige Mal, wo er auf eine aſtronomiſch-geographiſche Frage zu ſprechen kommt, in erſchreckender Weiſe den Tiefſtand ſolcher Kenntniſſe ſelbſt bei gebildeten Römern; er erklärt die hellen Nächte des hohen Nordens durch die Flachheit der äußerſten Gegenden der Erde und hat alſo vergeſſen, was ſeit einigen hundert Jahren Gemeingut der griechiſchen Welt war, die Kugelgeſtalt der Erde. Als ſelbſtändige Wiſſenſchaft iſt die Geographie von den Römern nur wenig gepflegt worden; das beſte iſt das ſehr beſcheidene Handbüchlein des Pomponius Mela (1. Jahrhundert n. Chr.). Nicht einmal das ausgezeichnete ſtatiſtiſche Material, das Agrippa mit griechiſcher Hilfe zuwege gebracht hatte, waren ſie imſtande voll auszunutzen; die darauf fußenden Routenkarten ſind ſehr mäßig.

X. Kapitel.

Die griechische Fachliteratur der Kaiserzeit. Byzanz.

Bei den Griechen ist trotz den ungünstigen Verhältnissen die wissenschaftliche Tätigkeit nie ganz ausgestorben; die Tradition war zu mächtig, selbst wo sie nicht viel mehr als Schlendrian oder Routine war. Was sie bedeutet, und wie viele Kräfte der erlahmende griechische Geist doch noch besaß, zeigte sich sofort, als im 2. Jahrhundert tüchtige und fein gebildete Kaiser wie Hadrian und die Antonine zur Regierung kamen. Als Freunde sowohl der Wissenschaft als der Griechen haben sie sich des vernachlässigten höheren Unterrichts angenommen, und an dem allgemeinen Aufschwung der griechischen Literatur nahm auch die Wissenschaft teil; sie bildet sogar in dieser Nachblüte die erfreulichste Oase, indem sie die Rhetorik, die mit wenigen Ausnahmen alles andere verschnörkelte und verschleimte, sich so ziemlich vom Leibe hielt und bei den Sachen blieb. Die Mode gewordene Altertümelei, die in der übrigen Literatur wie in der Kunst, wenn auch nicht immer, so doch häufig zu Abgeschmacktheiten und Unnatur führte, konnte den Wissenschaften nur heilsam sein; bei den großen Forschern der Glanzzeit war wirklich was zu lernen, und der Fachmann konnte durch das Studium ihrer Werke nur Anregungen zum Weiterarbeiten erhalten. Es wurde denn auch wirklich weiter gearbeitet auf den meisten Gebieten, allerdings ohne hervorragende Originalität — die Zeiten waren längst vorbei —, aber fleißig und im wissenschaftlichen Geiste; die Klassiker der Wissenschaften wurden eifrig gesammelt, systematisch studiert und erläutert, wobei allerlei kleine Ergänzungen ihrer Ergebnisse abfielen.

Die durch Poseidonios angebahnte Neubelebung des Pythagoreismus setzt auf mathematischem Gebiet Frucht in den Lehrbüchern des Syrers Nikomachos (etwa 150), worin er einen kurzen Überblick über die Zahlenlehre und die mathema-

tische Musiktheorie der Pythagoreer gibt; besonders seine Arithmetik blieb fortan im Unterricht herrschend; sie wurde zweimal ins Lateinische übersetzt, zuletzt von Boetius, und rief eine Reihe von Kommentaren hervor, die sich bis in die byzantinische Zeit erstreckt. Nikomachos hat auch die pythagoreische Zahlenmystik in einer besonderen Schrift ausführlich dargestellt, wovon nur Auszüge erhalten sind. Noch im 3. Jahrhundert hat der Bischof Anatolios denselben Gegenstand behandelt.

Den Einfluß des Poseidonios spürt man auch hier und da in der Schriftstellerei Herons aus Alexandria, der mit Wahrscheinlichkeit ins 1. bis 2. Jahrhundert gesetzt wird. Zu diesem Ansatz stimmt vortrefflich die unter seinem Namen überlieferte Sammlung mathematischer Definitionen und sein Kommentar zu den Elementen Euklids, von dem so viel erhalten ist, zum Teil in arabischer Übersetzung, daß wir seinen Ursprung aus dem Unterricht erkennen können. Außerdem besitzen wir von Heron eine Reihe von Schriften, die von dem systematischen Bestreben zeugen, die Geometrie und Mechanik der Vorzeit für praktische Zwecke bequem zurechtzulegen, und bei den Byzantinern und Arabern, zum Teil sogar bis in die Renaissance eine große Rolle gespielt haben. Das beste ist seine erst vor wenigen Jahren wiedergefundene „Vermessungslehre", worin er für die Berechnung und Zerlegung der wichtigsten geometrischen und stereometrischen Gebilde die Regeln und Formeln gibt mit theoretischer Begründung und in Aufgabenform durch Zahlenbeispiele erläutert; u. a. teilt er die antiken Methoden für die Ausziehung von Quadrat- und Kubikwurzeln mit. Der Inhalt ist im wesentlichen den Werken des Eukleides und Archimedes entnommen und macht auf Originalität keinen Anspruch; auch die bekannte sogenannte Heronische Dreiecksformel (für den Rauminhalt eines Dreiecks aus den Seiten berechnet) mit ihrem eleganten Beweis wird nicht als eigene Erfindung mitgeteilt; ob die Form, die für uns innerhalb der griechischen Mathematik neu ist, auch tatsächlich eine Neuerung bedeutet, ist zweifelhaft, aber nicht unwahrscheinlich; sie ist auf die Praxis, namentlich der Feldmesser, berechnet, die von alters her in Ägypten von Bedeutung sind. Das Werk wurde bei den Byzantinern unter Weglassung der Theorie zu Rechenbüchern und Aufgabensammlungen umgestaltet. Auf die Feldmesser nimmt auch Herons Beschreibung eines von ihm verbesserten Nivellierinstru-

ments Rücksicht; es ist ein sehr feines und kompliziertes Präzisionsinstrument, das mit so viel Sorgfalt und Sachkenntnis beschrieben wird, daß man nicht umhin kann, anzunehmen, daß der Verfasser irgendwie mit der Ausbildung der Feldmesser zu tun gehabt hat. Ähnliche praktische Zwecke muß die bis auf unsichere Bruchstücke verlorene Abhandlung „Vom Gewölbebau" verfolgt haben; wenigstens hat der eine der Architekten der Sophienkirche, Isidoros aus Milet, sie studiert und einen Kommentar dazu verfaßt. Auch die Schrift „Von der Verfertigung von Wurfmaschinen" zeugt von Sachkenntnis, wenn auch das meiste aus älteren Quellen übernommen sein wird. Dagegen zeigen die Schriften über Mechanik, die eingestandenermaßen und nachweisbar auf den Arbeiten des Archimedes und des Philon beruhen, merkwürdige Blößen, besonders die „Pneumatik", worin die Lehre vom Luftdruck zu verschiedenen Apparaten verwendet wird; die meisten finden sich schon bei Philon, und sowohl die Beschreibungen als die wenigen Neuerungen verraten einen Ausschreiber, der sich mit Experimenten und mit der praktischen Ausführung der Vorrichtungen wenig abgegeben hat. Auch die Anweisung, ein Automatentheater zu verfertigen, die eine Arbeit Philons wiedergibt und weiterführt, leidet an ähnlichen Mängeln; so vergißt der Verfasser, die Zugkraft zu beschreiben, die das Ganze in Gang setzt. Dennoch haben gerade diese beiden Schriften in der Renaissancezeit wie schon bei den Arabern der größten Beliebtheit sich erfreut; sie haben den Anstoß gegeben zu den vielen Fontänen mit automatisch beweglichen Figürchen und ähnlichen Kunststücken, die in den Villagärten und bei Festen und Gelagen die Gäste erheiterten und überraschten; auch die alte Straßburger Domuhr mit ihrer beweglichen Szenerie, die so oft nachgeahmt worden, ist ein direkter Abkömmling des Heronischen Automatentheaters. Ähnliche Scherze, Vexierspiegel u. dgl., bilden auch den Hauptinhalt einer nur in lateinischer Übersetzung erhaltenen Katoptrik, die wahrscheinlich von Heron herrührt; etwas Theorie ist auch darin beigegeben, und die Beschreibung der Apparate läßt zu wünschen übrig. Besser geraten ist die Mechanik Herons, die leider nur arabisch vorliegt; er erläutert darin, wesentlich in Anschluß an Archimedes, die Prinzipien der Statik und Bewegungslehre, darunter z. B. das Parallelogramm der Kräfte, und beschreibt die Anwendung der mechanischen Potenzen, des Zahnrads, des

Hebels, des Flaschenzuges, des Keils und der Schraube. Außerdem hatte er in einer besonderen Abhandlung über die Hebewinde das Archimedische Problem: eine gegebene Last durch eine gegebene Kraft zu bewegen, eingehend behandelt.

Trotz ihren Mängeln sind diese Schriften Herons bei dem Verlust so vieler Originalwerke für uns eine Hauptquelle der Geschichte der griechischen Mechanik, neben der die übrigen Werke ähnlicher Art, die aus dieser Periode erhalten sind, wenig Neues bieten; sie handeln ausschließlich von Kriegsmaschinen.

Heron hat sicher in Alexandria gewirkt, und, nach seinem Euklidkommentar zu urteilen, war er Lehrer an der Hochschule. In der alexandrinischen Schule wurde besonders das Studium der Mathematik und Astronomie bis zum Ende des Altertums noch immer mit Erfolg betrieben. Aus dem 1. Jahrhundert n. Chr. haben wir, allerdings nicht in der Originalsprache, ein vortreffliches Lehrbuch der sphärischen Geometrie von Menelaos aus Alexandria, das sich eng an die Elemente Euklids anschließt, aber dabei auch die sphärische Trigonometrie behandelt. Derselbe Mann hatte auch die Sehnentafel Hipparchs verbessert und seinen Katalog der Fixsterne erweitert; die zwei erhaltenen Sternbeobachtungen von ihm sind merkwürdigerweise in Rom gemacht (im Jahre 98). Auch Theon aus Smyrna, der ein Schriftchen hinterlassen hat, worin er zusammenstellt, was ihm aus Mathematik, Astronomie und Musiktheorie für die Lektüre Platons nützlich schien, hat Observationen angestellt, ohne Zweifel in Alexandria; seine Planetenbeobachtungen fallen in die Jahre um 130. Er ist der unmittelbare Vorgänger des Ptolemaios, dem er sein Material zur Bearbeitung überlassen hat.

Klaudios Ptolemaios umfaßt in seiner umfangreichen literarischen Produktion, wie die großen Alten, sämtliche exakten Wissenschaften; außerdem hat er sich auch mit Philosophie beschäftigt, wie es nicht nur aus einzelnen Stellen seiner übrigen Schriften hervorgeht, sondern auch aus seiner erhaltenen Abhandlung über Erkenntnistheorie, die sich, mit einigem Eklektizismus, auf dem Boden der peripatetischen Philosophie hält. Auch seine verlorenen Schriften über Physik scheinen in der Behandlung der Schwere und der Körperlichkeit an Aristoteles angeknüpft zu haben, wenn auch zum Teil polemisch; in seinem Buch von der Schwere soll er behauptet haben, daß die Taucher

keinen Druck der über ihnen befindlichen Wassermasse verspürten, und daß ein mit Luft gefüllter Schlauch leichter sei als ein leerer. Seine Optik, die in einer schwerfälligen mittelalterlichen lateinischen Übersetzung aus dem Arabischen bis auf das erste Buch erhalten ist, beschränkt sich nicht, wie die des Eukleides, auf die Perspektivlehre, sondern behandelt auch die physischen Vorgänge des Sehens und die dadurch bedingten optischen Täuschungen; Ptolemaios hält hierbei an der Platonischen Theorie fest, wonach das Sehen durch die Vereinigung der vom Auge ausgehenden Sehestrahlen mit dem von außen kommenden Licht zustande kommt. Das Werk umfaßt auch die Katoptrik, worin allerlei Spiegel behandelt werden, und der Versuch gemacht wird, durch Messungen das Hauptgesetz von der Gleichheit des Einfalls- und des Ausfallswinkels zu beweisen. Auch die Refraktion wird experimentell untersucht für verschiedene Einfallswinkel bei Wasser und Glas, und die Ergebnisse werden auf die Astronomie angewandt zur Bestimmung der Refraktion des Sternenlichts beim Übergang vom Äther in die atmosphärische Luft. Natürlich genügt weder das Verfahren noch die gefundenen Zahlen modernen Ansprüchen; aber das Bestreben, eine experimentelle Grundlage zu schaffen, verdient an sich alle Anerkennung, besonders wenn es sicher wäre, wie es allerdings den Anschein hat, daß der Gedanke von Ptolemaios selbst herrührt. Wir wissen aber zu wenig von seinen Vorgängern, und seine sonstigen literarischen Gewohnheiten berechtigen zu einigem Mißtrauen. Aber jedenfalls ist seine Optik die ausführlichste Behandlung des Gegenstandes, die das Altertum hinterlassen hat. Von geringer Bedeutung ist daneben das erhaltene Handbüchlein eines gänzlich unbekannten Damianos aus Larissa.

Obgleich auch die Optik des Ptolemaios im Mittelalter fleißig benutzt wurde, kann sie sich doch an historischer Bedeutung nicht entfernt mit seinem großen astronomischen Werk messen, das fast anderthalb Jahrtausend im Okzident wie im Orient die Astronomie beherrscht und das Weltbild geprägt hat. Es ist unter dem Namen Almageſt bekannt, einer arabischen Verstümmelung der griechischen Bezeichnung „He megiste“ (das größte, nml. Buch). Merkwürdigerweise ist dieser Name griechisch nicht nachweisbar; die Griechen zitieren es als „das große Buch“ oder einfach als „das Buch“, und der Verfasser selbst scheint es „Mathematik“ betitelt zu haben; die Benennung als

„größtes" Buch muß ganz spät in Alexandria angekommen sein, als man dort beim regelmäßigen Lehrkursus zwischen Euklids Elemente und Ptolemaios eine Sammlung kleinerer astronomischen Schriften, von den Arabern als „mittlere Bücher" bezeichnet, als Vorbereitung einschob. Das umfangreiche Werk (13 Bücher) zieht die Summe aus der bisherigen Entwicklung der Astronomie, und das Beste verdankt es den Vorgängern, namentlich dem Hipparchos; so ist der historisch wichtige Katalog der Fixsterne, die in einer Anzahl von 1022 unter Angabe der Länge, Breite und Helligkeit verzeichnet werden, nur eine aus Menelaos ergänzte Wiederholung des Hipparchischen, umgerechnet auf die Zeit des Ptolemaios. Aber daneben hat er selbst, um die von Hipparchos angeregten Probleme zu lösen, Beobachtungen angestellt, die sphärische Trigonometrie handhabt er mit großer Gewandtheit, und seine Rechenfertigkeit ist bedeutend. Wenn auch seine Neuerungen zuweilen vom Übel sind, so ist er doch ein wissenschaftlicher Arbeiter, kein bloßer Buchgelehrter oder Ausschreiber. Der Epizyklentheorie des Apollonios stellt er als gleichwertige Hypothese seine Theorie der exzentrischen Kreise für die Planetenbahnen zur Seite; das heliozentrische System des Aristarchos ist gänzlich beiseite geschoben, und die Achsenumdrehung der Erde bekämpft er mit Aristotelischen Scheingründen.

Sein sehr kompliziertes Weltsystem, das trotz seiner Verwerfung der „aufrollenden" Sphären des Aristoteles noch immer an der Menge der exzentrischen Kugelflächen krankt, hat er in einem besonderen Werke „Von den Planetenhypothesen" im Zusammenhang dargelegt. In seinen „Sternaufgängen" hat er für 30 Sterne erster und zweiter Größe die Tage verzeichnet, an welchen sie auf fünf verschiedenen Breitengraden zuerst und zuletzt auf dem Morgen- und Abendhimmel sichtbar werden, und an diesen Kalender Auszüge aus den täglichen Wetterprognosen der älteren Astronomen von Demokrit bis Cäsar angeschlossen. Auch hatte er in seinen „Handtafeln", worin die chronologischen und sonstigen Tabellen, die ein Astronom braucht, beisammen waren, ein bequemes Werkzeug der täglichen astronomischen Arbeit geschaffen, das lange im Gebrauch blieb; dessen Einrichtung und Benutzung hat er in einer eigenen Abhandlung erläutert.

Mit den beiden, größtenteils nur in Übersetzung erhaltenen

Abhandlungen über zwei verschiedene Arten, eine Kugelfläche in der Ebene zu projizieren, hat er nach dem Vorgang anderer ein Problem angefaßt und mit vollem mathematischen Verständnis durchgeführt, das von Wichtigkeit ist für das zweite Gebiet, worauf er für lange Zeit Autorität war, die Geographie. Sein geographisches Werk verzeichnet, nach einer allgemeinen Einleitung über Methode und Quellen, für etwa 8000 Orte ihre Länge und Breite. Auch hier ist das meiste Material übernommen, besonders aus dem ähnlichen Werke des Marinos, und es passieren ihm, namentlich wo er lateinische Quellen auszieht, auffallende Irrtümer und Flüchtigkeiten; aber dennoch bleibt das Buch eine ehrenwerte Leistung, er verfährt nicht ohne Kritik und bringt, wo er kann, eigene Verbesserungen an; es mußte geraume Zeit verstreichen, ehe die dem Werke beigegebenen Karten überholt werden konnten.

Nach alter Tradition gehörte unter die exakten Wissenschaften auch die Musiktheorie, und dieser Tradition treu hat Ptolemaios auch sie in einem bedeutenden Werk, seiner „Harmonik", zusammenfassend behandelt. Über diese Disziplin gibt es überhaupt nicht wenige Schriften aus dem Altertum, die über die mathematische Grundlage und auch über die griechische Notenschrift genügenden Aufschluß geben, aber leider nicht imstande sind, die praktische Musikaufführung vollständig zu vergegenwärtigen.

Endlich hat Ptolemaios auch für die Astrologie, die zu seiner Zeit wissenschaftliche Geltung hatte, das für die Folgezeit maßgebende Hauptwerk geschaffen, die sog. Tetrabiblos („Vierbuch"), die man früher aus Respekt vor dem großen Astronomen sehr mit Unrecht für untergeschoben hielt. Es ist eine wohlgeordnete, systematische Übersicht der astrologischen Lehren, eingeleitet mit einer Verteidigung der Astrologie; interessant ist das zweite Buch, das eine Völkerpsychologie auf astrologischer Grundlage gibt. Das heutzutage wenig beachtete Werk hat nicht nur im Altertum mehrere Kommentare hervorgerufen, sondern noch Männer wie Melanchthon und seinen Kreis beschäftigt. Es unterscheidet sich sehr zu seinem Vorteil von dem ungefähr gleichzeitigen astrologischen Handbuch des Vettius Valens, das nur durch die Sprache interessiert, die ebenso plebejisch ist wie die Gesinnung des Verfassers; daß die Lebensläufe, die er zur Bestätigung seiner Horoskope erzählt, zuweilen ganz amüsant

zu lesen sind, ist nicht sein Verdienst. Die übrigen astrologischen Schriften, die uns in Bruchstücken erhalten sind, geben wesentlich nur für die Geschichte der Sternbilder etwas aus. Der kleine Dialog „Hermippos" von einem Ungenannten ist dadurch interessant, daß er eine Verteidigung der Astrologie vom christlichen Standpunkt aus enthält.

Alexandria war ebenfalls eine Heimstätte für die andere schwarze Kunst des sinkenden Griechentums, die Alchymie. Sie stammt her von der in Ägypten besonders hoch entwickelten Technik der Färbung von Metallen und Stoffen, die bald zu trügerischer Imitation führte; Diocletian verbot die alchymistischen Bücher. Etwa im 3. Jahrhundert entwickelte sich hieraus der Glaube, daß man durch allerlei Manipulationen die Metalle wirklich verwandeln könne, und so entstand die Goldmacherei, die trotz dem ihr angebornen Schwindel so viele Geister, und nicht immer die geringsten, gefesselt hat. Es entstand eine alchymistische Literatur, meist unter erlogenen Namen der Vorzeit, z. B. des Demokritos; in den erhaltenen Schriften dieser Art verspürt man weniger reelle Kenntnisse als Mystik und Aberglauben. Das berühmteste Werk, wovon einiges erhalten ist, war das Lehrbuch des Zosimos (um 300), das auch über innere Streitigkeiten dieser Wundermänner und -weiber Aufschluß gibt.

Ptolemaios lebte und wirkte in Alexandria; nach alter Sitte hatte er in der ägyptischen Stadt Kanobos eine Inschrift geweiht, die eine tabellarische Übersicht seines astronomischen Systems enthält. Sein astronomisches Hauptwerk war fortan die Grundlage des Unterrichts an der Hochschule in Alexandria. Einen ausführlichen Kommentar dazu verfaßte im 3. Jahrhundert Pappos, dessen Arbeit im 4. Jahrhundert von Theon fortgesetzt wurde. Von Pappos besitzen wir außerdem ein umfangreiches Sammelwerk über die mathematischen Disziplinen, das ein interessantes Bild des Unterrichts in Alexandria gibt. Die Hauptwerke der großen Zeit waren noch vorhanden und wurden in systematischen Lehrkursen durchgenommen; Pappos gibt gedrängte Überblicke ihres Inhalts und knüpft daran Erläuterungen und Hilfssätze zur Ausfüllung solcher Lücken und Sprünge der Beweise, die dem Anfänger Schwierigkeiten bereiten könnten. Obgleich es ihm dabei mehr auf das Verständnis als auf die Weiterführung der Untersuchungen der Alten ankommt, sind kritische Verbesserungen und kleinere Ergänzungen nicht aus-

geschlossen, und für die Geschichte der griechischen Mathematik ist das Werk eine Hauptquelle; viele wichtige Schriften der Glanzzeit kennen wir nur aus seinen sachkundigen Referaten.

Einen ähnlichen Charakter zeigen die beiden, vermutlich ungefähr gleichzeitigen, Abhandlungen des Serenos aus der von Hadrian gegründeten ägyptischen Stadt Antinoeia. Die eine beweist ausführlich, daß die Ellipse nicht nur in einem Kegel, sondern auch in einem Zylinder durch einen schiefen Schnitt erzeugt werden kann, was schon Archimedes, ohne viele Worte daran zu verlieren, verwertet hatte; die zweite behandelt mit peinlicher Sorgfalt die Dreiecke, die ein Schnitt durch den Scheitelpunkt eines Kegels hervorbringt; da diese Dreiecke nur ein sehr mäßiges Interesse darbieten, mag der Verfasser mit Recht von sich rühmen, daß er sie zuerst systematisch behandelt hat.

Mitten unter diesen fleißigen aber wenig selbständigen mathematischen Arbeiten ragt einsam empor die Arithmetik des Diophantos (vermutlich 3. Jahrhundert), ein Werk, das einen so fremdartigen Eindruck macht, daß man ernstlich an eine Beeinflussung von Indien her hat denken können. Aber seitdem die historische Forschung das Wesen und die Bedeutung der geometrischen Algebra, wie sie in der älteren griechischen Mathematik auftritt, durch die geometrische Einkleidung hindurch erkannt hat, wird es immer wahrscheinlicher, daß die Neuheit der Gesichtspunkte und der Behandlungsweise bei Diophantos nur scheinbar ist und auf dem Verlust der Vorgänger beruht; ein persönlicher Einsatz von Rechenfertigkeit und selbsterfundenen Kunstgriffen ist dabei nicht ausgeschlossen, aber eine so große Sammlung von Aufgaben kann unmöglich das Werk eines Mannes sein, und der Verfasser tritt nirgends als originaler Neuerer auf; am ehesten darf man in seiner Terminologie und Zeichensprache einen selbständigen Beitrag zur Systematisierung erblicken, was mit dem Geist der Zeit wohl vereinbar ist. Das Werk enthält eine Menge variierter Auflösungen von Gleichungen, die eine erstaunliche Virtuosität zeigen in der Behandlung der Zahlen und in Handhabung der Kunstgriffe, wodurch die Mängel der noch unvollkommenen Formelsprache überwunden werden. Die Aufgaben werden gegen die klassische Tradition immer in konkreten Zahlen ausgedrückt und von Fall zu Fall gelöst, ohne daß allgemeine Regeln aufgestellt werden. Trotzdem daß die Terminologie der geometrischen Algebra, z. B. Rechteck für Produkt,

beibehalten wird, ist die Behandlungsweise rein arithmetisch; es werden immer rationale Lösungen gesucht. Besonders wichtig ist seine umfassende und äußerst geschickte Behandlung unbestimmter Gleichungen. Das Werk hat für die Entwicklung der modernen Zahlentheorie große Bedeutung gehabt; kein geringerer als Fermat hat es herausgegeben und erläutert. Außer der (leider nicht vollständig erhaltenen) Arithmetik besitzen wir von Diophantos noch eine Abhandlung über Polygonalzahlen, die sich an die pythagoreische Lehre hält, ohne viel Neues zu bieten.

Der Betrieb des Unterrichts, der mit den Elementen Euklids anfing und in der Astronomie des Ptolemaios gipfelte, brachte es mit sich, daß wie Ptolemaios so auch die Elemente von den Lehrern der Hochschule kommentiert wurden. So hat Pappos auch einen Kommentar zu Euklid herausgegeben, von dem Reste in den Randnoten (Scholien) unserer Euklidhandschriften erhalten sind und außerdem ein interessantes Bruchstück über die irrationalen Größen des zehnten Buchs und ihre weitere Behandlung durch Apollonios sich in arabischer Übersetzung gerettet hat. Auch diese Tätigkeit des Pappos wurde von Theon fortgesetzt. Er besorgte eine Ausgabe der Elemente Euklids mit eigenen Zusätzen, die er für den Unterricht nützlich erachtete; sie beherrscht unsere ganze Überlieferung bis auf eine Handschrift. Dagegen ist seine entsprechende Bearbeitung der „Data" Euklids nur in wenigen Handschriften erhalten; sie war in Übereinstimmung mit dem Charakter des Werks mehr für Vorgeschrittenere berechnet. Theon hat wahrscheinlich auch die Sammlung der Schriften, die von den Elementen zu Ptolemaios überleiten sollten, den sog. „kleinen astronomischen Kursus" (die „mittleren Bücher" der Araber), zum Abschluß gebracht und dafür nicht nur die Optik und die Phainomena des Eukleides bearbeitet, sondern auch die unter Euklids Namen gehende Katoptrik verfaßt. Außerdem hat er zu den „Handtafeln" des Ptolemaios zwei Kommentare verfaßt, einen kürzeren und einen sehr ausführlichen.

Theons Tochter Hypatia, die bekanntlich dem Fanatismus der alexandrinischen Christen zum Opfer fiel, hatte zur Arithmetik des Diophantos und zur Kegelschnittlehre des Apollonios Kommentare herausgegeben. Sie gehörte der neuplatonischen Schule an, deren Hauptvertreter sowohl in Alexandria als in Athen sich vielfach mit Astronomie und Mathematik beschäftigten. Schon Porphyrios (um 300) schrieb über mathe-

matische Fragen; sein Schüler, der Syrer Jamblichos, der sich besonders für den Pythagoreismus interessierte, hat eine philosophische Einleitung in die Mathematik und eine Erläuterung der Arithmetik des Nikomachos hinterlassen. Der bedeutendste Vertreter des Neuplatonismus, Proklos (5. Jahrhundert), hat einen Kommentar zum ersten Buch der Elemente Euklids geschrieben, der neben allerlei Mystik und Symbolik viele wichtige historische Nachrichten enthält, hauptsächlich aus Geminos geschöpft; auch in seinen Kommentaren zu Platon zeigt er sich mit der Mathematik vertraut, und daß er und seine Schule sich mit Ptolemaios beschäftigt und astronomische Beobachtungen angestellt haben, ist noch nachweisbar. Von seinem Schüler und Biographen Marinos existiert eine kleine Einleitung zu Euklids Data. Auch der vortreffliche Kommentator des Aristoteles, Simplikios, einer der sieben Professoren der Philosophie, die 529, als Justinian die athenische Universität aufhob, nach Persien auswanderten, zeigt Verständnis für exakte Wissenschaft und scheint sogar den Euklid kommentiert zu haben. Eutokios aus Askalon, wie Simplikios Schüler des alexandrinischen Neuplatonikers Ammonios, hat sowohl die Kegelschnittlehre des Apollonios als einige Schriften des Archimedes herausgegeben und mit, zum Teil historisch wertvollen, Erläuterungen versehen. Apollonios ist uns überhaupt nur durch seine Ausgabe griechisch erhalten; seine Ausgabe des Archimedes wurde von dem einen der Baumeister der Sophienkirche in Konstantinopel, Isidoros aus Milet, neu aufgelegt und so für uns gerettet. Isidoros und sein noch bedeutenderer Kollege Anthemios aus Tralleis haben sich überhaupt, zum Teil wenigstens durch die Riesenaufgabe der Überwölbung der Sophienkirche veranlaßt, um die alte Mathematik und Mechanik gekümmert; Isidoros hat Herons „Gewölbelehre" kommentiert, Anthemios über merkwürdige Maschinen geschrieben, u. a. über Brennspiegel, wobei er die fabelhaften Berichte über die Verbrennung der römischen Schiffe vor Syrakus durch Archimedes sachkundig kritisiert. Von einem Schüler des Isidoros rührt die stereometrische Abhandlung her, die als 15. Buch den Elementen Euklids angeheftet worden ist.

Ein besonders reges Leben herrscht auch in der römischen Kaiserzeit auf dem Gebiete der Heilkunde, deren Nutzen mit den üblen Folgen der Zivilisation immer einleuchtender wurde,

und deren Vertreter daher Gold und Ehre in reichem Maße ernteten.

Neben den Schulen der alexandrinischen Zeit treten bereits im 1. Jahrhundert zwei neue auf. Ein Schüler des Asklepiades, Themison aus Laodikeia, wurde Stifter der methodischen Schule, die alle Krankheiten aus den allgemeinen Zuständen des Körpers ableitete, ohne die Atomlehre des Asklepiades aufrechtzuhalten. Ihre Theorien führten zu einer bedenklichen Vernachlässigung der speziellen Symptome, aber durch ihre klare Systematik gewann die Schule viele Anhänger. Ihr bedeutendster Vertreter war Soranos aus Ephesos (2. Jahrhundert), von dessen umfangreicher Produktion meist nur Bruchstücke oder späte Übersetzungen auf uns gekommen sind; er hatte fast alle Gebiete der Medizin behandelt und auch über Geschichte seiner Wissenschaft, über Leben und Ansichten der alten Ärzte, geschrieben. Besonders berühmt war er als Geburtshelfer, und was von seinen Schriften über Frauenleiden und Geburtshilfe übrig ist, bestätigt diesen Ruhm, wenn er auch seinen Vorgängern manches verdanken wird; es ist nicht nur das ausführlichste und beste, das die Medizin des Altertums über diesen Gegenstand hinterlassen hat, sondern auch kulturhistorisch interessant. Soranos bespricht nicht allein eingehend den Geburtsakt selbst, die verschiedenen Lagen des Fötus, und wie man zu verfahren hat, um die unnatürlichen einzurenken, sondern gibt auch genaue Vorschriften für die Behandlung des Neugebornen, für Windeln und Wiege, für die Wahl der Amme und ihre Pflichten, für die Weise, wie man am besten dem Kinde das Stehen und Gehen beibringt, und überhaupt für die Pflege sowohl der Mutter als des Kindes. Für die Geburt, die von einer Hebamme mit zwei erfahrenen Gehilfinnen überwacht und gefördert werden soll, empfiehlt er einen besonderen Geburtsstuhl (mit durchlöchertem Sitz); in Mangel eines solchen soll die Gebärende auf den Knien einer kräftigen Frau rittlings sitzen; nur bei schweren Geburten darf sie auf einem harten Bett liegen. Die Hebamme darf nicht nach den Geschlechtsteilen der Gebärenden hinschauen, weil diese dann leicht aus Scham zusammenfährt. Auch künstliches Herausziehen des toten Fötus mittels der Zange und Tötung des Kindes im Mutterleibe, um die Mutter zu retten, wird ausführlich behandelt; bei diesen Operationen wird die Gegenwart eines Arztes vorausgesetzt. Abtreibung der Leibesfrucht

und künstliche Vermeidung der Konzeption gestattet Soranos dem Ärzte nur, wenn eine Geburt voraussichtlich für die Mutter tödlich sein wird wegen Schäden der Geburtswege o. ä. Die Frage, ob andauernde Jungfräulichkeit der Frau schädlich sei, wird gründlich diskutiert und schließlich aus allgemeinen Gesichtspunkten verneint. Es wird zugegeben, daß es das natürliche ist, daß die Mutter selbst das Kind stillt (nur nicht in den ersten Tagen, wo ihre Milch durch die Anstrengungen der Geburt alteriert ist); aber eine Amme ist offenbar das normale; sie wird sogar vorgezogen, wenn die Mutter nicht den Anforderungen entspricht, die man an eine gute Amme stellt. Das Stillen soll mit regelmäßigen Zwischenräumen stattfinden; namentlich wird vor der Unsitte gewarnt, dem Kinde sofort, wenn es weint, die Brust zu reichen, um es zum Schweigen zu bringen, und dabei werden die verschiedenen Gründe, die ein Kind zum Weinen bringen können, sorgfältig auseinandergesetzt; zuweilen diene das Weinen als eine Art Lungengymnastik, nur dürfe es nicht zu lange dauern. Erst nach anderthalb oder zwei Jahren soll das Kind entwöhnt werden, am liebsten im Frühling. Aus den Vorschriften, wie die Hebamme erkennen soll, ob ein neugeborenes Kind lebensfähig ist, geht hervor, daß die alte Sitte, mißratene Kinder auszusetzen, noch zu Recht besteht. Im ganzen bekommt man einen sehr günstigen Eindruck von dem Standpunkt der Geburtshilfe und der Kinderpflege.

Eine höhere wissenschaftliche Bedeutung als die Methodiker hatte die Schule der Pneumatiker, deren Stifter Athenaios aus Attaleia (Kleinasien) sich in seiner Physiologie an die Modephilosophie des Stoizismus anlehnte; ihr entnahm er seine Lehre von dem den Menschen angebornen Pneuma (Lebenshauch), dessen Zustand für Gesundheit und Krankheit bestimmend sei. Bei der weiteren Entwicklung der Schule zeigt sich, wie in der Philosophie der Zeit, eine Neigung zum Eklektizismus, die auf ihre Praxis nur günstig gewirkt haben kann. Sie ist deutlich bei dem hervorragendsten und am besten bekannten Vertreter der Schule, Archigenes aus Syrien (gegen 100). Seine zahlreichen, von allen späteren Ärzten stark benutzten Schriften sind verloren, aber seine Lehre läßt sich zum guten Teil herstellen teils aus den vielen Zitaten bei Galenos u. a., teils und namentlich aus der erhaltenen Kompilation der Aretaios aus Kappadokien (etwa 2. Jahrhundert), der fast alles Gute dem Archi-

genes verdankt und selbst nur die törichte Stilisierung in einem künstlichen ionischen Dialekt beigesteuert hat. Die bei ihm erhaltenen Krankheitsbilder, die auf Archigenes zurückgehen, zeichnen sich durch Naturtreue, scharfe Beobachtung und Anschaulichkeit aus; berühmt ist z. B. seine Beschreibung der schrecklichen Hautkrankheit der Elephantiasis, die bisher im Okzident fast unbekannt war. In seiner Therapie nimmt er besonders auf die Diät Rücksicht. Auf diesem Gebiete hat die pneumatische Schule sich überhaupt die größten Verdienste erworben; sie hat die eingehendsten Untersuchungen angestellt über Wert und Wirkung der wichtigsten Nahrungsmittel, des Weins und der Mineralwässer; auch Bäder spielten in ihrer Therapie eine große Rolle, besonders kalte, aber auch Sonnenbäder wurden angewandt. Doch hatte Archigenes auch über Medikamente ein viel benutztes Werk geschrieben, worin er u. a. aus Rücksicht auf sein vornehmes Damenklientel auch Haarfärbemittel angegeben hatte. Charakteristisch für seine weltmännische Art sind auch seine Sammlung medizinischer Briefe, worin er angesehenen Freunden hygienische Ratschläge gab. Der Lehre von den Fiebern hat er die auf lange Zeit maßgebende Ausgestaltung gegeben, ebenso der Pulslehre, die er mit überfeiner Detaillierung entwickelte.

Dasselbe Schicksal, das die Schriften des Archigenes betroffen hat, ist auch über die sonstige medizinische Literatur des ersten Jahrhunderts ergangen. Abgesehen von einigen kleineren Schriften des Rufus aus Ephesos, eines bedeutenden Arztes zu Traians Zeit, sind wir für sie auf die Auszüge und Zitate der Späteren verwiesen. Zu diesem Verlust hat ohne Zweifel der Mann wesentlich beigetragen, der für die griechische Medizin dasselbe bedeutet als Ptolemaios für die Astronomie, Klaudios Galenos (geb. zu Pergamon 129, gest. zu Rom etwa 200), auch darin dem gleichzeitigen Astronomen ähnlich, daß er seine Wissenschaft bis tief in die Renaissance hinein beherrscht hat, und daß diese Weltherrschaft nicht so sehr im inneren Wert seiner Schriften begründet ist als darin, daß er die Ergebnisse seiner Vorgänger bequem zurechtlegte und zusammenfaßte, so daß die Originalwerke neben ihm überflüssig schienen.

Galenos hatte eine sorgfältige Erziehung genossen. Sein Vater Nikon hatte vielseitige geistige Interessen, u. a. auch philosophische, und der Sohn hat sich auch sein Leben lang für

Philosophie interessiert und darüber geschriftstellert; wir besitzen noch einige philosophische Schriften von ihm, und noch mehr Derartiges ist verloren. Seine Produktion ist überhaupt an Umfang ungeheuer; er hatte an 150 medizinische Werke verfaßt, wovon über 80, zum Teil umfangreiche, erhalten sind, die sich über die gesamte Medizin erstrecken. Diese Fruchtbarkeit ist nur ermöglicht durch eine verhältnismäßig geringe Selbständigkeit und eine erschreckende Weitläufigkeit und Geschwätzigkeit, die keine Selbstwiederholung scheut. Galenos ist überhaupt persönlich wenig ansprechend; abstoßend sind namentlich seine kindische Eitelkeit und sein Strebertum. Aber darüber darf man, auch abgesehen von der bedeutenden Rolle, die er in der Geschichte der Medizin gespielt hat, seine wirklichen Verdienste nicht übersehen. Zwar ist das Beste bei ihm fremde Federn, aber dennoch ist er so wenig wie Ptolemaios ein bloßer Ausschreiber und Stubengelehrter; er hat selbständige Untersuchungen angestellt, am meisten wohl in der Anatomie, und vor allem hat er in großem Umfang, mit Geschick und mit Erfolg, praktiziert, und diese Berührung mit dem Leben rettet ihn davor, in der Tinte zu ertrinken. Er ist nicht ohne wissenschaftlichen Sinn, und seine Schriften haben unzweifelhaft dazu wesentlich beigetragen, die Ärzte auf ein höheres Niveau zu erheben; und das tat not zu einer Zeit, wo einflußreiche Schulen von einer wissenschaftlichen Vorbildung der Ärzte nichts wissen wollten, sondern roher Empirie das Wort redeten, und wo die Römer den Unterricht der Ärzte, deren Kunst sie doch so nötig hatten, dermaßen hatten verkommen lassen, daß nur in Alexandria die Anatomie an einem wirklichen menschlichen Skelett studiert werden konnte; es war offenbar dort erhalten aus besseren Zeiten. Für die Geschichte der griechischen Heilkunde ist Galenos unschätzbar als die Hauptquelle unseres Wissens über die medizinische Literatur seit Hippokrates. Selbst seine geschwätzige Ruhmredigkeit ist geschichtlich ein Vorteil; ihr verdanken wir höchst interessante Bilder aus seiner Praxis, aus dem Treiben der Ärzte in Rom und aus dem Kulturleben der Zeit.

Nach einer Lehr- und Wanderzeit und Studienaufenthalt in Smyrna, Korinth und Alexandria wurde Galenos, 28jährig, in seiner Vaterstadt als Gladiatorenarzt angestellt; Erinnerungen und Erfahrungen aus dieser Praxis begegnen oft in seinen späteren Schriften. Aber daneben hat er trotz seiner damals

noch schwankenden Gesundheit eifrig studiert und auch schon seine literarische Tätigkeit angefangen. Nach wenigen Jahren traute er sich zu, in Rom sein Glück machen zu können, und durch einige gelungene und gehörig aufreklamierte Kuren gelang es ihm wirklich bald, in der Hauptstadt eine angesehene Position und ein feines Klientel zu erobern. Gleichzeitig gab er mehrere Abhandlungen und Lehrbücher der Anatomie und Physiologie heraus, auch Streitschriften gegen Kollegen; denn er sah sich bald von verschiedenen Seiten angefeindet, nach seiner eigenen Aussage aus lauter Brotneid, aber sicher nicht ohne eigene Schuld; er war von Natur streitsüchtig, und die Mittelchen, wodurch er selbst zugibt, seinem Ruhm aufgeholfen zu haben, sind zuweilen ziemlich plump. Durch einen einflußreichen Klienten war es ihm schon in Aussicht gestellt worden, dem Kaiser Marcus Aurelius vorgestellt zu werden, als er plötzlich Rom verließ; er scheint von dem Vorwurf, vor der von Osten her nahenden Pest geflüchtet zu sein, nicht freigesprochen werden zu können. Aber bald nach seiner Rückkehr in seine Vaterstadt wurde er an den Hof gerufen, und während des markomannischen Feldzuges, von dem er glücklich beurlaubt wurde, mit der Überwachung der Gesundheit des Thronfolgers Commodus betraut; den ganzen Rest seines Lebens, etwa 30 Jahre, verbrachte er in Rom in unermüdlicher Tätigkeit als Arzt und Schriftsteller. In diese Periode fällt der größte Teil seiner ausführlicheren Werke, die sich jetzt wesentlich der ärztlichen Praxis zuwenden und über Pathologie, Therapie, Diätetik und Arzneilehre verbreiten; auch in seiner Wirksamkeit als Arzt tritt die Chirurgie von nun an in den Hintergrund.

Das physiologische System des Galenos fußt im allgemeinen auf der Säftetheorie der Hippokratiker, deren Schriften er genau kennt und zum Teil eingehend erläutert hat, wobei er auch auf sprachliche und textkritische Fragen eingeht. Großen Einfluß auf die Folgezeit übte seine Lehre von den verschiedenen physiologischen „Grundkräften", die nach der weisen Anordnung der Natur den Körper beherrschten. In seiner Therapie spielen neben Bädern und Diät — er empfiehlt z. B. sehr einen Luft- und Milchkurort bei Stabiae — Medikamente, und zwar oft sehr komplizierte, eine erschreckende Rolle; bei einigen der ungeheuren, oft mit den unappetitlichsten und giftigen Stoffen durchsetzten, Rezepten kann es einem ordentlich kalt überlaufen, und

man fragt sich, wie die Ärzte auf solche abenteuerliche Mixturen verfallen sind, und wieviel mehr Menschen sie mit dem Zeug totgeschlagen als geheilt haben. Den Gipfel in dieser Richtung bezeichnet der Theriak, ein aus etwa 70 Bestandteilen, worunter geschmorte Natternkörper, aber auch Opium, zusammengesetztes Gegengift, die Galenos persönlich für den Kaiser bereiten mußte; er hat ihr zwei Abhandlungen gewidmet, worin er versucht, die Zusammensetzung und Anwendung rationell zu begründen, aber in der Verwendung von Schlangen steckt doch wohl ein Stück Aberglaube. Auch sonst hält Galenos sich nicht ganz frei von Mirakelkuren, und an das Eingreifen des Asklepios, auch in seine persönlichen Verhältnisse, glaubt er fest; namentlich die vollständige Überwindung seiner Jugendkränklichkeit will er ihm zu verdanken haben — nebst seiner eigenen Diätetik. Neben diesen bedenklichen Seiten fehlt es doch nicht an ansprechenden Zügen seiner Tätigkeit. In seiner Praxis zeigt er öfters große Sorgfalt, Geistesgegenwart und Entschlossenheit, und die Wichtigkeit der Anatomie hat er klar erkannt; da es nicht mehr erlaubt ist, menschliche Leichen zu sezieren, ergreift er mit Eifer jede zufällige Gelegenheit, sich über den inneren Bau des Körpers zu unterrichten, und gibt seinen Schülern Anweisung, dasselbe zu tun. Tiere, namentlich Affen, hat er fleißig seziert, auch Vivisektionen vorgenommen, und dabei manche neue anatomische Einzelheit festgestellt; aber obgleich er betont, daß Tiersektionen nicht ohne weiteres für die menschliche Anatomie beweisend sind, hat er doch zuweilen aus solchen zu rasche Schlüsse gezogen, die nachher mit großer Mühe beseitigt werden mußten.

Seit Galenos sinkt die Selbständigkeit der medizinischen Literatur wieder bedeutend. In der Praxis mögen die griechischen Ärzte noch immer den Aufgaben, die das Leben ihnen stellte, einigermaßen gewachsen gewesen sein; in der Literatur gibt es nur mehr Kompendien und Sammlungen von Auszügen mit dem ausgesprochenen Zweck, alles Wissenswerte bequem zusammenzustellen. Die umfassendste dieser Sammlungen ist die des Oribasios (4. Jahrhundert), der Leibarzt des Julianos Apostata war und auf Wunsch des Kaisers seine Arbeit unternommen hat; aus dem großen Werk hat er selbst wieder einen kurzen Auszug gemacht. Das leider nicht vollständig erhaltene Werk hat viele wichtige Bruchstücke aus der älteren Literatur gerettet.

Aus dem 6. Jahrhundert haben wir die Sammelwerke des Aëtios und des Alexandros aus Tralleis; letzterer hat auch besonders über Augenkrankheiten geschrieben. Die praktische Augenheilkunde und die damit verbundene Zubereitung von Augensalben war seit langem in den Händen von Spezialisten; überhaupt waren die Ärzte im ganzen Altertum zugleich Apotheker. Mit der Sammlung des Paulos von Ägina (7. Jahrhundert) schließt diese Reihe von immerhin verdienstlichen Kompendien; sie will ausgesprochenermaßen den Oribasios ersetzen, weil sein Hauptwerk für die praktischen Ärzte zu umfangreich, sein Auszug daraus zu unvollständig sei. Der Verfasser hat selbst eine ehrenwerte Praxis und hat noch nicht alle Kritik aufgegeben; sein Werk wurde für Jahrhunderte das Handbuch der besseren Ärzte, und seine klare Darstellung der Chirurgie ist sehr wertvoll, schon als die einzige systematische Übersicht dieser Disziplin aus dem Altertum, das auch hier erstaunlich weit vorgeschritten war. In der Folgezeit gibt es nur immer dünnere Abzüge der alten Teeblätter.

Von der Entwicklung der Pharmakologie, die ihr Hauptmaterial dem Pflanzenreich entnahm, hat die Botanik profitiert. Das pharmakologische Hauptwerk ist die Materia medica des Dioskorides aus Kilikien (1. Jahrhundert). Es sind darin 600 heilkräftige Pflanzen beschrieben, und das Werk hat das ganze Mittelalter beherrscht, durch Übersetzung auch die Araber und den Okzident; in einigen alten Handschriften sind vorzügliche Pflanzenbilder aus dem Kräuterbuch des Krateuas beigegeben. Die Zoologie dagegen lag ganz danieder. Der sog. Physiologus, der etwa im 2. Jahrhundert in Alexandria entstanden ist, zeigt in seiner Beschreibung von allerlei Fabeltieren und ihrer theologischen Symbolik schon ganz die Unkritik und Befangenheit des Mittelalters; das Buch hat denn auch eine ungeheure Verbreitung erreicht, ist in die verschiedensten Sprachen übersetzt worden und übt auf die bildende Kunst des Mittelalters einen großen Einfluß. Viel höher steht die Schrift „Von der Natur des Menschen" des Bischofs von Emesa Nemesios (4. Jahrh.), aber sie ist doch nur ein ganz unselbständiges Kompendium; es ist dennoch sowohl griechisch noch einmal exzerpiert worden (von Meletios) als früh ins Lateinische übersetzt.

Im Byzantinischen Reich, wo die Kontinuität nie von

Barbaren gesprengt worden ist und infolgedessen die Unkultur nie den Tiefstand des okzidentalischen Mittelalters erreicht hat, wurden die Schätze der Vorzeit mit treuer Pietät bewahrt und nach Kräften ausgebeutet. Nach dem Bilderstreit, der in seinem orientalischen Fanatismus die antike Bildung und die Profanliteratur ernstlich bedrohte, wurde die Universität zu Konstantinopel wiederhergestellt und neu organisiert von dem Philosophen und Mathematiker Leon (9. Jahrhundert). Daran knüpft die literarische Renaissance unter dem tüchtigen, sog. makedonischen Kaiserhause an, der wir die Erhaltung und die schönsten Handschriften vieler Werke, auch wissenschaftlichen Inhalts, verdanken. Von den enzyklopädischen Sammelwerken, die der Kaiser Konstantinos Porphyrogennetos (10. Jahrhundert) systematisch veranstalten ließ, sind für die hier behandelten Wissenschaften wichtig die Sammlung über Landwirtschaft, die Exzerpte der Veterinärschriftsteller, die medizinische und die zoologische Enzyklopädie, die viel altes Gut erhalten haben. Mit diesem literarisch interessierten Kaiser ebbt die Renaissancebewegung aus, was mit den unglücklichen politischen und ökonomischen Verhältnissen des Reiches zusammenhängt. Aber trotzdem wird die Wissenschaft nie ganz fallen gelassen, und sobald die allgemeine Lage etwas besser wird, spiegelt sich das sofort auch in dem Studienbetrieb wider. Die Astronomie ist fast immer eifrig kultiviert worden, schon wegen der Osterberechnung; im 14. Jahrhundert wurde das Studium durch Einfluß von Persien her neu belebt. Ebenso kam etwa im 11. Jahrhundert in die Arithmetik ein neues Element hinein durch das Bekanntwerden des indischen Positionssystems mit der Null; eine systematische Darstellung desselben haben wir zufällig erst aus dem 13. Jahrhundert in dem Rechenbuch des Maximos Planudes. Über die exakten Wissenschaften wurde fortwährend an der Universität gelesen; selbst nach dem Falle von Konstantinopel hat ein höherer Unterricht immer bestanden. So haben die Byzantiner unter der erstarrten Oberfläche das heilige Feuer lebendig erhalten.

Und es tat sehr not. Der Okzident hatte nur die magere Erbschaft der Römer übernommen und wirtschaftete damit so gut, wie Barbarei und Kirche es zuließen. Erst als man sich im 11. Jahrhundert entschloß, bei den ungläubigen Arabern Spaniens in die Schule zu gehen, kam über die eingetrocknete und

verkümmerte Wissenschaft ein belebender Hauch griechischen Geistes. Die höchste Blüte erreichte diese Renaissancebewegung in Unteritalien im buntbevölkerten Reiche der freisinnigen Hohenstaufen, wo die griechische Urquelle schon entdeckt und ausgebeutet wurde. Aber mit dem Sturz Manfreds versiegt auch diese Quelle, und erst nach zweihundert Jahren ist der Okzident geistig frei und kräftig genug, um die durch die Byzantiner übermittelte griechische Wissenschaft nicht nur zu rezipieren, sondern auch weiterzuführen. Alle die Begründer der modernen Wissenschaft, Galilei, Kopernikus, Giordano Bruno, Newton sogut wie Vesalius, haben von den Griechen nicht nur Einzelergebnisse gelernt, sondern vor allem, was Wissenschaft ist.

Literaturnachweise.

Hauptwerke über die Geschichte der einzelnen Fachwissenschaften.

Philosophie und Naturwissenschaft. Th. Gomperz, Griechische Denker I—III, Leipzig 1896—1909. P. Tannery, Pour l'histoire de la science hellène, Paris 1877.

Mathematik. M. Cantor, Vorlesungen über Geschichte der Mathematik I, [3]Leipzig 1907. H. G. Zeuthen, Geschichte der Mathematik im Altertum und Mittelalter, Kopenhagen 1896.

Physik. A. Heller, Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit I, Stuttg. 1882.

Astronomie. J. K. Schaubach, Geschichte der griechischen Astronomie bis auf Eratosthenes, Göttingen 1802. P. Tannery, Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne, Paris 1893.

Astrologie. A. Bouché-Leclercq, L'astrologie grecque, Paris 1899.

Erdkunde. H. Berger, Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen, [2]Leipzig 1903.

Zoologie. J. Bona Meyer, Des Aristoteles Tierkunde, Berlin 1855. H. O. Lenz, Die Zoologie der alten Griechen und Römer, Gotha 1855.

Botanik. H. O. Lenz, Botanik der alten Griechen und Römer, Gotha 1859.

Chemie. M. Berthelot, Die Chemie im Altertum und im Mittelalter, deutsch von Kalliwoda, Wien 1909.

Heilkunde. K. Sprengel, Versuch einer pragmatischen Geschichte der Arzneikunde, [4]bearb. von Rosenbaum, Leipzig 1846. H. Haeser, Lehrbuch der Geschichte der Medizin I, [3]Jena 1875.

Quellennachweise und Spezialliteratur.

S. 1. Das „Sich-Wundern": Aristoteles, Metaphysik I 2.

S. 2. Odyssee I 3. IX 172 ff.

S. 3. Herakleitos: Diels, Die Fragmente der Vorsokratiker, [2]I S. 68 u. 40.

S. 5. Demokrit in Athen unbeachtet: Diels a. O. I S. 406 Nr. 116.

S. 11. Zur Heilkunde der Hippokratiker Gomperz, Gr. Denker, 3. Buch, Kap. 1.
Heilkunde bei Homer: Daremberg, La Médecine dans Homère, Paris 1865.

S. 12. Ein deutscher Oberstabsarzt: H. Frölich, Die Militärmedizin Homers, Stuttg. 1879, S. 65.

S. 19. Eine pharmakologische Untersuchung: R. v Grot, Historische Studien aus dem Pharmakolog. Institut Dorpat I, Halle 1889.
S. 22. Aristophanes, Vögel 999 ff.
S. 24. Demokrit ein Vorläufer des Archimedes: s. dessen Schrift über die Methode Bibliotheca Mathematica 1907, S. 323.
S. 25. Demokrits Einfluß auf Platons Timaios: J. Hammer-Jensen, Archiv f. Geschichte d. Philosophie XXIII S. 92 ff., 211 ff.
S. 29. Das astronomische Weltsystem des Eudoxos: G. V. Schiaparelli, Le sfere omocentriche di Eudosso, di Calippo e di Aristotele, Milano 1875.
S. 30. Aristophanes, Plutos 653 ff.
S. 31. Die Inschriften aus Epidauros: Collitz u. Bechtel, Sammlung d griech. Dialekt-Inschriften III S. 152 ff.
Diokles: Wilamowitz, Griech. Lesebuch I ² S. 279.
S. 32. Lewes, Aristoteles, aus dem Engl. von Carus, Leipzig 1865.
Eucken, Die Methode der Aristotelischen Forschung, Berlin 1872.
S. 38. Bretzl, Botanische Forschungen des Alexanderzuges, Leipzig 1903.
S. 39. Testament des Theophrastos: Diogenes Laertios V 51.
S. 40. Straton: Diels, Sitzungsberichte der Berliner Akademie 1893, S. 101 ff.
S. 42. Susemihl, Geschichte d. griech. Litteratur in der Alexandrinerzeit I—II, Leipzig 1891—1892.
S. 49. Über die arithmetischen Bücher der Elemente und über die Entwicklung der Lehre von den irrationalen Größen (vgl. S. 7, 9, 21): Zeuthen, Bulletin de l'Académie R. des sciences et des lettres de Danemark 1910 S. 395 ff.
Platon über den niedrigen Stand der Stereometrie: Staat VII Kap. 10, vgl. Gesetze VII Kap. 21.
S. 51. Über den Entwicklungsgang des Archimedes: Heiberg, Das Weltall 1909 S. 161 ff., 184 ff.
Cicero über das Planetarium des Archimedes: De republica I 21.
S. 53. Das neuerdings gefundene Werk des Archimedes: Heiberg und Zeuthen, Bibliotheca Mathematica 1907 S. 321 ff.
Grabmal des Archimedes: Cicero, Dispp. Tusculanae V 64.
S. 54. „Von Parallelepipeden und Zylindern": Heron, Metrica I 26.
S. 56. Zeuthen, Die Lehre von den Kegelschnitten im Altertum, Kopenhagen 1886.
S. 60. Archimedes über Eratosthenes: Bibliotheca Mathematica 1907 S. 323.
S. 61. Stundenteilung bei Herodot: II 109.
S. 63. Thiele, Antike Himmelsbilder, Berlin 1898.
S. 66. Cato: Plinius, Naturalis hist. XXIX 14. — Cato, De agri cultura 160.
S. 68. Krateuas: Wellmann, Abhandlungen der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1897.
S. 71. Perihegese: Müller, Fragmenta historicorum Graecorum II S. 258.
S. 73. Cicero: Dispp. Tuscul. I 5.
C. Gallus: Cicero, Cato maior 49.
Feldmesser: Cantor, Die römischen Agrimensoren, Leipzig 1875.

S. 74. Martianus Capella: VI 708.
S. 75. Cato: De agri cultura 157.
S. 77. Tacitus: Agricola 12.
S. 80. Herons Pneumatik: J. Hammer-Jensen, Neue Jahrbücher f. das klass. Altertum 1910 S. 413 ff..
Heron in der Renaissance: W. Schmidt, Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik VIII (1898) S. 175 ff.
S. 88. Die Neuplatoniker und Ptolemaios: Ptolemaei Opera omnia ed. Heiberg II S. XXXV.
S. 90. Pneumatiker: M. Wellmann, Die pneumatische Schule, Berlin 1895.
S. 91. Galenos: J. Ilberg, Aus Galens Praxis, Neue Jahrbücher für das klass. Altertum 1905 S. 276 ff.
S. 96. Leon: Heiberg, Bibliotheca Mathematica 1887 S. 33 ff.
Persischer Einfluß auf die byzantinische Astronomie: Usener, Ad historiam astronomiae symbola, Bonn 1876.

Namenverzeichnis.

Aëtios 95.
Agatharchides 70.
Agrippa 74, 77.
Ailianos 68.
Alexander d. Gr. 38, 39, 42, 61.
Alexandros aus Myndos 68.
Alexandros aus Tralleis 95.
Alkmaion 11, 17.
Ammonios 88.
Anatolios 79.
Anaxagoras 4, 5, 10, 22, 24.
Anaximandros 3, 4.
Anaximenes 3.
Anthemios 88.
Antiphon 22.
Antonine 78, 93.
Apollonios aus Kition 68.
Apollonios aus Perge 50, 55 ff., 69, 83, 87.
Aratos 30, 63, 74.
Archigenes 90 f.
Archimedes 24, 51 ff., 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 69, 71, 79, 80, 81, 86, 88.
Archytas 28, 29, 30, 35.
Aretaios 90.
Aristagoras 4.
Aristaios 50.
Aristarchos aus Samos 62, 66, 72, 83.
Aristobulos 39.
Aristophanes 22, 30.
Aristophanes aus Byzantion 44.
Aristoteles 1, 30, 32 ff., 40, 43, 44, 50, 60, 81, 83, 88.
Aristoxenos 33.
Artemidoros 70.
Asklepiades 67, 68, 89.
Asklepios 12, 13, 30, 31, 94.
Athenaios 90.
Atomistiker 5, 35, 40,
Aurelianus, Caelius, 76.
Aurelius, Marcus, 93.
Autolykos 40.

Boetius 74, 79.
Bruno, Giordano, 97.
Bryson 22.

Caelius s. Aurelianus.
Caesar 66, 76, 83.
Capella, Martianus, 74.
Cato 66, 75, 76.
Celsus, Cornelius, 75.
Censorinus 75.
Cicero 40, 51, 53, 63, 72, 73, 74.

Damianos 82.
Darwin 3, 10.
Demetrios von Phaleron 43.
Demetrios Poliorketes 58, 59.
Demokedes 11, 14.
Demokritos 5, 24, 25, 35, 40, 83, 85.
Dikaiarchos 40, 59, 71.
Diocletian 85.
Diokles, Arzt, 31.
Diokles, Mathematiker, 69.
Diophantos 86, 87.
Dioskorides 95.
Dositheos 52, 63.

Ekphantos 7.
Empedokles 10, 11.
Empiriker 46, 67.
Epikur 67.
Erasistratos 45.
Eratosthenes 40, 52, 53, 55, 59 ff., 63, 64, 65, 72, 74.
Eryximachos 30.
Eudemos, Schüler des Aristoteles, 33.
Eudemos, Arzt, 41.
Eudoxos, 26 ff., 28, 29 f., 34, 47, 49, 62, 63, 69.
Eukleides 23, 47 ff., 51, 56, 57, 69, 74, 79, 81, 82, 85, 87, 88.
Eutokios 88.

Fermat 87.
Firmicus Maternus 74.
Frontinus, Julius, 74.

Galenos, Klaudios, 90,
Galilei 97.
Gallus, Caius, 73.
Gelon 51, 54.
Geminos 69, 72.
Giordano s. Bruno.

Hadrian 78.
Hekataios 6.
Herakleides aus Pontos 40, 63.
Herakleides aus Tarent 67, 68.
Herakleides, Biograph des Archimedes, 55.
Herakleitos 3, 36.
Herodot 2, 4, 6, 14, 39,
Heron 79 ff.
Herophilos 45, 46.
Hesiodos 1.
Hieron 51, 52, 54.
Hipparchos 63 ff., 66, 69, 70, 81, 83.
Hippias 22, 23.
Hippokrates von Chios 22, 23.
Hippokrates von Kos, Hippokrateer 13, 18, 45, 46, 67, 92, 93.

Hohenstaufen 97.
Homer 2, 60, 70, 71. Vgl. Ilias, Odyssee.
Hypatia 87.
Hypsikles 62, 69.

Jamblichos 88.
Ilias 12, 71.
Isidoros 80, 88.
Justinian 88.

Kalippos 34.
Kallimachos 44, 63.
Kleanthes 62.
Kleomedes 72.
Konon 51, 52, 56, 63.
Konstantinos Porphyrogennetos 96.
Kopernikus 40, 62, 97.
Krateuas 68, 95.
Kroton 11, 13.
Ktesibios 58.

Leodamas 29.
Leon, Mathematiker, 26.
Leon, byzantinischer Gelehrter, 96.
Leukippos 5.
Linné 36.
Littré 18.

Manilius 74.
Marcellus 51, 58.
Marcus s. Aurelius.
Marinos, Geograph, 84.
Marinos, Neuplatoniker, 88.
Martianus s. Capella.
Maternus s. Firmicus.
Maximos Planudes 96.
Megasthenes 39.
Mela, Pomponius, 77.
Melanchthon 84.
Meletios 95.
Menaichmos 28.
Menelaos 81, 83.
Menon 33.
Methodiker 89.
Meton 24.
Mithridates 67, 68.
Nearchos 39.
Nechepso 69.
Nemesios 95.
Neuplatoniker 87.
Newton 97.
Nigidius Figulus 74.
Nikandros 68.
Nikomachos, Vater des Aristoteles, 32.
Nikomachos, Mathematiker, 78, 79, 88.
Nikomedes 58.
Nikon 91.

Odyssee 2, 11, 12.
Oinopides 8, 23.
Oribasios 94, 95.

Panaitios 71, 72.
Pappos 85, 87.
Parmenides 10.
Paulos von Aigina 95.
Perikles 4.
Perseus 69.
Petosiris 69.
Pheidias, Vater des Archimedes, 51.
Philolaos 7.
Philon 58, 80.
Physiologus 95.
Planudes s. Maximos.
Platon 13, 21, 25 f., 27, 28, 29, 30, 32, 33, 35, 40, 42, 47, 48, 49, 61, 71, 82, 88.
Plinius 75, 76.
Pneumatiker 90.
Polemon 71.
Polybios 70, 73.
Polykrates 14.
Pomponius s. Mela.
Porphyrios 87.
Porphyrogennetos s. Konstantinos.
Poseidonios 71, 72, 73.
Praxagoras 45, 46.
Proklos 88.
Ptolemäer 43, 44, 59.
Ptolemaios I 43, 47.
Ptolemaios Philadelphos 43, 44, 61.
Ptolemaios Euergetes 63.
Ptolemaios Physkon 66.
Ptolemaios, Astronom, 81 ff., 87, 88, 91, 92.
Pythagoras 6, 7, 8, 9.
Pythagoreer 6 ff., 21, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 48, 49, 71, 78, 79, 87.
Pytheas 39, 60.

Rufus 91.

Sallust 76. [45, 59.
Seleukos, Seleukiden,
Seleukos, Astronom, 62,
Seneca 75. [72.
Serenos 86.
Serenus, Quintus, 76.
Simplikios 88.
Sokrates 5.
Soranos 89 f.
Speusippos 32.
Strabon 70, 71, 73.
Straton 40, 43, 46, 62.

Tacitus 76, 77.
Thales 2.
Theaitetos 26, 47, 49.
Themison 89.
Theodoros 21.
Theodosios 69.
Theon von Smyrna 81.
Theon von Alexandria 85, 87. [40, 43, 44.
Theophrastos 33, 37 ff,
Theudios 26.
Tycho Brahe 40.

Varro 73, 75.
Vesalius 97.
Vettius Valens 84.
Vitruvius 75.

Xenokrates 32.
Xenophanes 2.

Zenodoros 69.
Zenon 10.
Zosimos 85.

Aus Natur und Geisteswelt

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens

Aus dem Gebiete der antiken Kulturgeschichte sind ferner erschienen:

Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Prof. Dr. Erich Ziebarth. 2. Auflage. Mit 23 Abbildungen u. 2 Tafeln.

Sucht ein anschauliches Bild zu entwerfen von dem Aussehen einer altgriechischen Stadt und von dem städtischen Leben in ihr auf Grund der Ausgrabungen und der inschriftlichen Denkmäler; die altgriechischen Bergstädte Thera, Pergamon, Priene, Milet, der Tempel von Didyma werden geschildert. Stadtpläne und Abbildungen suchen die einzelnen Städtebilder zu erläutern.

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Hofrat Prof. Dr. Fr. v. Duhn. Mit 62 Abbildungen. 2. Auflage.

Sucht, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an dem besonders greifbaren Beispiel Pompejis die Übertragung der griechischen Kultur und Kunst nach Italien, ihr Werden zur Weltkultur und Weltkunst verständlich zu machen, wobei die Hauptphasen der Entwicklung Pompejis, immer im Hinblick auf die gestaltende Bedeutung, die gerade der Hellenismus für die Ausbildung der Stadt, ihrer Lebens- und Kunstformen gehabt hat, zur Darstellung gelangen.

Die Blütezeit der griechischen Kunst im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einführung in die griechische Plastik. Von Dr. Hans Wachtler. Mit 8 Tafeln und 32 Abbildungen.

Gibt, durch zahlreiche Abbildungen unterstützt, an der Hand der Entwicklung des griechischen Sarkophages einen Querschnitt durch die gesamte Geschichte der griechischen Plastik, zugleich ihren Zusammenhang mit Kultur- und Religionsgeschichte darlegend.

Griechische Weltanschauung. Von Privatdoz. Dr. Max Wundt.

Das Buch sucht nicht die Philosophie in die Einzelheiten ihrer historischen Entwicklung zu begleiten, sondern will die griechische Weltanschauung in ihrer inneren Einheit erfassen. Nur die typischen Ideen der griechischen Weltanschauung werden dargestellt, insbesondere ihre Entwicklung nur nach ihrer typischen Form. Es sollte dabei deutlich werden, daß die Griechen die typischen Formen der Weltanschauung überhaupt, die stets von neuem, nur in Einzelzügen abgewandelt hervortreten, ausgebildet haben.

Soziale Kämpfe im alten Rom. Von Dr. Leo Bloch. 2. Aufl.

Behandelt die Sozialgeschichte Roms, soweit sie mit Rücksicht auf die die Gegenwart bewegenden Fragen von allgemeinem Interesse ist. Insbesondere gelangen die durch die Großmachtstellung Roms bedingte Entstehung neuer sozialer Unterschiede, die Herrschaft des Amtsadels und des Kapitals, auf der anderen Seite eines großstädtischen Proletariats zur Darstellung, die ein Ausblick auf die Lösung der Parteikämpfe durch die Monarchie beschließt.

Das Altertum im Leben der Gegenwart. Von Provinzial-Schulrat Prof. Dr. Paul Cauer.

Der Anschauung gegenüber, die die Stellung des klassischen Altertums als einer richtunggebenden Kulturmacht erschüttert glaubt, wird gezeigt, wie gegenüber der wichtigen Aufgabe, unsere Jugend zur Selbständigkeit gegenüber der Tradition auf allen Gebieten zu erziehen, um eben die Kunst zu erlernen, „eine Überlieferung in ihre Elemente zu zerlegen", das griechisch-römische Altertum einen unersetzlichen Ringplatz des Geistes bietet. Indem an den Hauptproblemen aller Kultur, Kunst, Literatur usw. gezeigt wird, wie die Gedanken und Fragen, die wir in ihm auftauchen und wachsen sehen, nicht nur überhaupt wertvoll sind, sondern fortwirken, als lebendiger Schatz in unablässiger Entwicklung sich umgestaltend, nicht anders, als die Bildungen der Natur, erweist sich, daß die Kulturmission des Altertums der inneren Kraft und Bedeutung nach hinter keiner der Aufgaben zurückbleibt, welche die Antike in unablässigem Wandel für die Gebildeten jederzeit zu erfüllen gehabt hat.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Die griechische und lateinische Literatur und Sprache.

(Die Kultur der Gegenwart. Herausgegeben von Prof. Paul Hinneberg. Teil I, Abt. 8.) 3., vermehrte und verbesserte Auflage. [VIII u. 598 S.] Lex.-8. 1912. Geh. M. 12.—, in Leinwand geb. M. 14.—

Inhalt: I. Die griechische Literatur und Sprache. U. v. Wilamowitz-Moellendorff: Die griechische Literatur des Altertums. — K. Krumbacher: Die griechische Literatur des Mittelalters. — J. Wackernagel: Die griechische Sprache. — II. Die lateinische Literatur und Sprache. Fr. Leo: Die römische Literatur des Altertums. — E. Norden: Die lateinische Literatur im Übergang vom Altertum zum Mittelalter. — F. Skutsch: Die lateinische Sprache.

„In großen Zügen wird uns die griechisch-römische Kultur als eine kontinuierliche Entwicklung vorgeführt, die uns zu den Grundlagen der modernen Kultur führt. Hellenistische und christliche, mittelgriechische und mittellateinische Literatur erscheinen als Glieder dieser großen Entwicklung, und die Sprachgeschichte eröffnet uns einen Blick in die ungeheuren Weiten, die rückwärts durch die vergleichende Sprachwissenschaft, vorwärts durch die Betrachtung des Fortlebens der antiken Sprachen im Mittel- und Neugriechischen und in den romanischen Sprachen erschlossen sind. . . ." (P. Wendland in der Deutschen Literaturzeitung.)

Staat und Gesellschaft der Griechen und Römer.

(Die Kultur der Gegenwart. Herausgegeben von Prof. Paul Hinneberg. Teil II, Abt. 4, 1.) [VI u. 280 S.] Lex.-8. 1910. Geh. M. 8.—, in Leinwand geb. M. 10.—

Inhalt: I. U. v. Wilamowitz-Moellendorff: Staat und Gesellschaft der Griechen. — II. B. Niese: Staat und Gesellschaft der Römer.

Die Darstellung von Staat und Gesellschaft der Griechen gliedert sich entsprechend dem allgemeinen Gange der Geschichte in die hellenische, attische und hellenistische Periode. Vorausgeschickt ist eine knappe Übersicht über die Griechen und ihre Nachbarstämme. In der hellenischen Periode soll wesentlich die typische Form des griechischen Gemeinwesens als Stammstaat anschaulich werden, danach die entwickelte athenische Demokratie, endlich das makedonische Königtum und neben und unter diesem die griechische Freistadt. Die Gesellschaft kommt wesentlich nur so weit zur Darstellung, als sie die politischen Bildungen erzeugt und trägt. — Der Abschnitt über den Staat und die Gesellschaft Roms schildert den in drei Perioden: Republik, Revolutionszeit und Kaiserzeit sich vollziehenden Entwicklungsprozeß der kleinen Stadtgemeinde zu dem weltbeherrschenden Imperium Romanum sowie dessen allmählichen Verfall und Untergang.

Die hellenische Kultur.

Dargestellt von Fritz Baumgarten, Franz Poland, Richard Wagner. 2., stark vermehrte Aufl. Mit 7 farb. Tafeln, 2 Karten und gegen 400 Abb. im Text und auf 2 Doppeltafeln. [XI u. 530 S.] gr. 8. 1908. Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 12.—

„. . . Denn es sei nur gleich herausgesagt, daß es ein ganz ausgezeichnetes Buch ist, das uns die drei Verfasser als Frucht ihrer gemeinsamen Arbeit geschenkt haben. — Was das Buch auszeichnet, ist die weise Beschränkung auf die charakteristischen Erscheinungen in den verschiedenen Gebieten des kulturellen Lebens, das Geschick, mit dem diese zu sauberen Einzeldarstellungen verarbeitet wurden, die sich gegenseitig ergänzen und schließlich zu einem wirkungsvollen Gesamtbilde zusammenschließen. Denn glücklicherweise wurde nicht über Einzelheiten vergessen, den inneren Zusammenhang der Erscheinungen klarzulegen. Hierzu kommt, daß die Verfasser es auch verstehen, was sie sagen wollen, klar und in fesselnder Weise zum Ausdruck zu bringen. Besonders rühmend sei hier jener Partien gedacht, die die Kunst behandeln. Es ist ein wahres Vergnügen, den Ausführungen des Verfassers zu folgen: nirgends Phrasen, nirgends Flunkern mit Gelehrsamkeit, nirgends unsicheres Hin- und Herschwanken im Urteil, vielmehr überall liebevolles Versenken in den Gegenstand, sichere, klare Anleitung, das Wesentliche in den Gebilden der Kunst und ihrer Entwicklung zu erfassen, wie sie eben nur auf dem Boden wissenschaftlicher Tüchtigkeit erwachsen kann, die aufs glücklichste mit feinem Kunstsinn gepaart ist. Beides beweist auch die ganz vortreffliche Auswahl des Bilderschmuckes." (Zeitschrift für die österreichischen Gymnasien.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Charakterköpfe aus der antiken Literatur. Von Eduard Schwartz. 2 Reihen. [VI u. 128 S.; VI u. 142 S.] gr. 8. 1910 u. 1911. Geh. je M. 2.20, in Leinw. geb. je M. 2.80.

Inhalt: I. Reihe (3. Auflage): 1. Hesiod und Pindar. 2. Thukydides. 3. Sokrates und Plato. 4. Polybios und Poseidonios. 5. Cicero. — II. Reihe (2. Auflage): 1. Diogenes der Hund und Krates der Kyniker. 2. Epikur. 3. Theokrit. 4. Eratosthenes. 5. Paulus.

„. . . Schwartz beherrscht den Stoff in ganz ungewöhnlicher Weise: das Reinstoffliche aber tritt allmählich ganz in den Hintergrund, dafür ergänzt jede einzelne der Erscheinungen um so klarer und mächtiger im Lichte ihrer Zeit. Der Verfasser ist in den Jahrhunderten der griechischen Poesie — sowohl in denen, wo sie sich entwickelte, als auch in denen, da sie ihre Blüte erlebte — mit gleicher sozusagen hellseherischer Sicherheit zu Hause; wir lernen jeden einzelnen der geistigen Heroen als ein mit innerer Notwendigkeit aus seiner Epoche hervorgehendes Phänomen betrachten und einschätzen, und Schwartz schildert uns ihn so lebendig, daß wir ihn wie mit Fleisch und Blut begabt vor uns zu sehen glauben." (Das literarische Echo.)

Cicero im Wandel der Jahrhunderte. Von Thaddeus Zieliński. 3., vermehrte Auflage. [VIII u. ca. 452 S.] gr. 8. 1912. Geh. ca. M. 7.—, in Leinwand geb. ca. M. 8.—

„Das Schriftchen ist mit Geist, mit reichem Wissen und freiem Blick für Geschichte, Menschentum und Kultur geschrieben und kann und soll nicht nur dem Ciceroliebhaber bestens empfohlen sein, sondern jedem, dem die Kenntnis von den Einflüssen des Altertums auf den Wandel der Jahrhunderte am Herzen liegt. Durch die Lagerungen der Geschichte wird uns hier gleichsam ein ‚Vertikaldurchschnitt' gegeben, indem die dreifachen starken Einflüsse der Ciceroschriften auf die Weltentwicklung, zunächst auf die Begründung des Katholizismus, hernach auf die Renaissance, zuletzt auf die französische Revolution und die geistige Bewegung, die sie vorbereitet, dargetan werden." (Historische Vierteljahrschrift.)

Die Anschauungen vom Wesen des Griechentums. Von Gustav Billeter. [XVIII u. 477 S.] gr. 8. 1911. Geh. M. 12.—, in Leinwand geb. M. 13.—

In dieser Arbeit wurde versucht, die Anschauungen vom Wesen des antiken Griechentums als einer Gesamterscheinung in systematischer Gruppierung darzustellen, und zwar wurden folgende vier Gedankenreihen in Betracht gezogen: die Eigenart des Griechentums; das Griechentum als Typus; seine Bewertung; seine kausalen Voraussetzungen. Der „Allgemeine Teil" enthält die Darstellung als solche, während im zweiten, bedeutend umfangreicheren „Besonderen Teil" das ausgewählte Quellenmaterial vorgelegt wird. Die Belege sollen und können selbstverständlich nur eine Auswahl sein, mehr eine Art Sammlung kennzeichnender Beispiele. Dabei wurden die führenden Persönlichkeiten natürlich stärker berücksichtigt; aber auch die Verbreitung der einzelnen Auffassungen mußte wenigstens einigermaßen anschaulich gemacht werden.

„Der glückliche Finder des sog. ‚Urmeister' legt hier das Ergebnis jahrelangen unermüdlichen Suchens vor: ein unschätzbares Dokumentenbuch für die Auffassungen des Hellenentums. Das Namenregister allein schon beweist, mit welchem Spürreifer der Verfasser den wechselnden und doch im Kern selten veränderten Eindrücken nachgegangen ist, die die genialste der Nationen bei ihren fleißigsten Kindern hinterließ; denn die Deutschen stehen naturgemäß voran. Eine klare Disposition und ein ausgezeichnetes Schlagwortregister erhöhen die Brauchbarkeit dieser Geschichte vom Mantel Helenas. Da schließlich doch die Anschauungen am Wesen des Griechentums noch stärker auf die Entwicklung der Kultur eingewirkt haben als die Taten und Werke der Hellenen, so ist damit für eines der wichtigsten Kapitel der Weltgeschichte die feste Grundlage gegeben." (Deutsche Rundschau.)

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Mathematische Bibliothek

Gemeinverständliche Darstellungen aus der Elementar-Mathematik für Schule und Leben

Unter Mitwirkung von Fachgenossen herausgegeben von

Dr. W. Lietzmann und **Dr. A. Witting**

Oberlehrer an der Oberrealschule zu Barmen — Professor am Gymnasium zum Heiligen Kreuz zu Dresden

Die Sammlung bezweckt, allen denen, die Interesse an der Mathematik im weitesten Sinne des Wortes haben, es in angenehmer Form zu ermöglichen, sich über das gemeinhin in den Schulen Gebotene hinaus zu belehren und zu unterrichten. Die Bändchen geben also teils eine Vertiefung und eingehendere Bearbeitung solcher elementarer Probleme, die allgemeinere und kulturelle Bedeutung oder besonderes mathematisches Gewicht haben, teils sollen sie Dinge behandeln, die den Leser — ohne zu große Anforderungen an seine mathematischen Kenntnisse zu stellen — in neue Gebiete der Mathematik einführen.

Zunächst sind erschienen:

1. E. Löffler, Ziffern und Ziffernsysteme bei den wichtigsten Kulturvölkern in alter und neuer Zeit. [IV u. 93 S.] 1912. M. —.80.
2. H. Wieleitner, Der Begriff der Zahl in seiner logischen u. historischen Bedeutung. Mit 10 Figuren. [IV u. 67 S.] M. —.80.
3. W. Lietzmann, Der pythagoreische Lehrsatz mit einem Ausblick auf das Fermatsche Problem. Mit 44 Figuren. [IV u. 72 S.] 1912. M. —.80.
4. O. Meißner, Wahrscheinlichkeitsrechnung nebst Anwendungen. Mit 6 Fig. [64 S.] 1912. M. —.80.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Dr. W. Ahrens:

Mathematische Unterhaltungen und Spiele

2., verm. u. verb. Aufl. In 2 Bänden. I. Band. Mit 200 Figuren. [IX u. 400 S.] 8. 1910. In Leinw. geb. *M* 7.50. II. Band in Vorb.

„... Der Verfasser wollte sowohl den Fachmann, den der theoretische Kern des Spieles interessiert, als den mathematisch gebildeten Laien befriedigen, dem es sich um ein anregendes Gedankenspiel handelt; und er hat den richtigen Weg gefunden, beides zu erreichen. Dem wissenschaftlichen Interesse wird er gerecht, indem er durch die sorgfältig zusammengetragene Literatur und durch Einschaltungen mathematischen Inhalts die Beziehungen zur Wissenschaft herstellt; dem Nichtmathematiker kommt er durch die trefflichen Erläuterungen entgegen, die er der Lösung der verschiedenen Spiele zuteil werden läßt, und die er, wo nur irgend nötig, durch Schemata, Figuren und dergleichen unterstützt."

(Prof. Czuber in der Zeitschrift für das Realschulwesen.)

Scherz und Ernst in der Mathematik

Geflügelte und ungeflügelte Worte

[X u. 522 S.] gr. 8. 1904. In Leinwand geb. *M* 8.—

„Ein ‚Büchmann' für das Spezialgebiet der mathematischen Literatur... Manch ein kurzes treffendes Wort verbreitet Licht über das Streben der in der mathematischen Wissenschaft führenden Geister. Hierdurch aber wird das sorgfältig bearbeitete Ahrenssche Werk eine zuverlässige Quelle nicht allein der Unterhaltung, sondern auch der Belehrung über Wesen, Zweck, Aufgabe und Geschichte der Mathematik."

(J. Norrenberg in der Monatsschrift für höhere Schulen.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.

Jeder Band ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

Jeder Band geh. M. 1.—, in Leinwand geb. M. 1.25.

Übersicht nach Wissenschaften geordnet.

Allgemeines Bildungswesen. Erziehung und Unterricht.

Das deutsche Bildungswesen in seiner geschichtlichen Entwicklung. Von weil. Prof. Dr. Friedrich Paulsen. 2. Aufl. Von Prof. Dr. W. Münch. Mit einem Bildnis Paulsens. (Bd. 100.)

Der Leipziger Student von 1409—1909. Von Dr. W. Bruchmüller. Mit 25 Abb. (Bd. 273.)

Geschichte des deutschen Schulwesens. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe. (Bd. 85.)

Das deutsche Unterrichtswesen der Gegenwart. Von Oberrealschuldirektor Dr. K. Knabe. (Bd. 299.)

Allgemeine Pädagogik. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. 3. Aufl. (Bd. 33.)

Experimentelle Pädagogik mit besonderer Rücksicht auf die Erziehung durch die Tat. Von Dr. W. A. Lay. 2. Aufl. Mit 2 Abb. (Bd. 224.)

Psychologie des Kindes. Von Prof. Dr. R. Gaupp. 2. Aufl. Mit 18 Abb. (Bd. 213.)

Moderne Erziehung in Haus und Schule. Von J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 159.)

Großstadtpädagogik. Von J. Tews. (Bd. 327.)

Schulkämpfe der Gegenwart. Von J. Tews. 2. Aufl. (Bd. 111.)

Die höhere Mädchenschule in Deutschland. Von Oberlehrerin M. Martin. (Bd. 65.)

Vom Hilfsschulwesen. Von Rektor Dr. B. Maennel. (Bd. 73.)

Das deutsche Fortbildungsschulwesen. Von Direktor Dr. Fr. Schilling. (Bd. 256.)

Die Knabenhandarbeit in der heutigen Erziehung. Von Seminar-Dir. Dr. A. Pabst. Mit 21 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 140.)

Das moderne Volksbildungswesen. Bücher- und Lesehallen, Volkshochschulen und verwandte Bildungseinrichtungen in den wichtigsten Kulturländern in ihrer Entwicklung seit der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts. Von Stadtbibliothekar Dr. G. Fritz. Mit 14 Abb. (Bd. 266.)

Die amerikanische Universität. Von Ph. D. E. D. Perry. Mit 22 Abb. (Bd. 206.)

Technische Hochschulen in Nordamerika. Von Prof. S. Müller. Mit zahlr. Abb., Karte u. Lageplan. (Bd. 190.)

Volksschule und Lehrerbildung der Vereinigten Staaten. Von Dir. Dr. F. Kuypers Mit 48 Abb. u. 1 Titelbild. (Bd. 150.)

Deutsches Ringen nach Kraft und Schönheit. Aus den literarischen Zeugnissen eines Jahrhunderts gesammelt. Von Turninspektor K. Möller. 2 Bde. Band II: In Vorb. (Bd. 188/189.)

Schulhygiene. Von Prof. Dr. L. Burgerstein. 2. Aufl. Mit 33 Fig. (Bd. 96.)

Jugend-Fürsorge. Von Waisenhaus-Direktor Dr. J. Petersen. 2 Bde. (Bd. 161. 162.)

Pestalozzi. Sein Leben und seine Ideen. Von Prof. Dr. P. Natorp. Mit 1 Bildnis u. 1 Brieffaksimile. (Bd. 250.)

Herbarts Lehren und Leben. Von Pastor O. Flügel. Mit 1 Bildnisse Herbarts. (Bd. 164.)

Friedrich Fröbel. Sein Leben und sein Wirken. Von A. von Portugall. Mit 5 Tafeln. (Bd. 82.)

Religionswissenschaft.

Leben und Lehre des Buddha. Von weil. Prof. Dr. R. Pischel. 2. Aufl. von Prof. Dr. H. Lüders. Mit 1 Tafel. (Bd. 109.)

Germanische Mythologie. Von Prof. Dr. J. v. Negelein. (Bd. 95.)

Mystik im Heidentum und Christentum. Von Dr. E. Lehmann. (Bd. 217.)

Palästina und seine Geschichte. Von Prof. Dr. H. Freiherr von Soden. 3. Aufl. Mit 2 Karten, 1 Plan u. 6 Ansichten. (Bd. 6.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Palästina und seine Kultur in fünf Jahrtausenden. Von Gymnasialoberlehrer Dr. P. Thomsen. Mit 36 Abb. (Bd. 260.)

Die Grundzüge der israelitischen Religionsgeschichte. Von Prof. Dr. Fr. Giesebrecht. 2. Aufl. (Bd. 52)

Die Gleichnisse Jesu. Zugleich Anleitung zu einem quellenmäßigen Verständnis der Evangelien. Von Lic. Prof. Dr. H. Weinel. 3. Aufl. (Bd. 46.)

Wahrheit und Dichtung im Leben Jesu. Von Pfarrer D. P. Mehlhorn. 2. Aufl. (Bd. 137.)

Jesus und seine Zeitgenossen. Geschichtliches und Erbauliches. Von Pastor C. Bonhoff. (Bd. 89.)

Der Text des Neuen Testamentes nach seiner geschichtlichen Entwicklung. Von Div.-Pfarrer A. Pott. Mit 8 Tafeln. (Bd. 134.)

Der Apostel Paulus und sein Werk. Von Prof. Dr. E. Vischer. (Bd. 309.)

Christentum und Weltgeschichte. Von Prof. Dr. K. Sell. 2 Bde. (Bd. 297. 298.)

Aus der Werdezeit des Christentums. Studien und Charakteristiken. Von Prof. Dr. J. Geffcken. 2. Aufl. (Bd. 54.)

Luther im Lichte der neueren Forschung. Ein kritischer Bericht. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 2. Aufl. Mit 2 Bildn. Luthers. (Bd. 113.)

Johann Calvin. Von Pfarrer Dr. G. Sodeur. Mit 1 Bildnis. (Bd. 247.)

Die Jesuiten. Eine historische Skizze. Von Prof. Dr. H. Boehmer. 2. Aufl. (Bd. 49.)

Die religiösen Strömungen der Gegenwart. Von Superintendent D. A. H. Braasch. 2. Auflage. (Bd. 66.)

Die Stellung der Religion im Geistesleben. Von Lic. Dr. P. Kalweit. (Bd. 225.)

Religion und Naturwissenschaft in Kampf und Frieden. Ein geschichtlicher Rückblick. Von Dr. A. Pfannkuche. 2. Aufl. (Bd. 141.)

Einführung in die Theologie: Pastor M. Cornils. (Bd. 347.)

Philosophie und Psychologie.

Einführung in die Philosophie. Von Prof. Dr. R. Richter. 2. Aufl. (Bd. 155.)

Die Philosophie. Einführung in die Wissenschaft, ihr Wesen und ihre Probleme. Von Realschuldirektor H. Richert. (Bd. 186.)

Aesthetik: Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)

Führende Denker. Geschichtliche Einleitung in die Philosophie. Von Prof. Dr. J. Cohn. 2. Aufl. Mit 6 Bildn. (Bd. 176.)

Griechische Weltanschauung. Von Privatdoz. Dr. M. Wundt. (Bd. 329.)

Die Weltanschauungen der großen Philosophen der Neuzeit. Von weil. Prof. Dr. L. Busse, 5. Aufl., herausgegeben von Prof. Dr. R. Falckenberg. (Bd. 56.)

Die Philosophie der Gegenwart in Deutschland. Eine Charakteristik ihrer Hauptrichtungen. Von Prof. Dr O. Külpe. 5. Aufl. (Bd. 41.)

Rousseau. Von Prof. Dr. P. Hensel. Mit 1 Bildn. (Bd. 180.)

Immanuel Kant. Darstellung und Würdigung. Von Prof. Dr. O. Külpe. 2. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 146.)

Schopenhauer. Seine Persönlichkeit, seine Lehre, seine Bedeutung. Von Realschuldirektor H. Richert. 2. Aufl. Mit 1 Bildnis. (Bd. 81.)

Herbert Spencer. Von Dr. K. Schwarze. Mit 1 Bildn. (Bd. 245.)

Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold. 3. Aufl. (Bd. 12.)

Sittliche Lebensanschauungen der Gegenwart. Von weil. Prof. Dr. O. Kirn. 2. Aufl. (Bd. 177.)

Die Mechanik des Geteslebens. Von Prof. Dr. M. Verworn. 2. Aufl. Mit 18 Fig. (Bd. 200.)

Die Seele des Menschen. Von Prof. Dr. J. Rehmke. 3. Aufl. (Bd. 36.)

Hypnotismus und Suggestion. Von Dr. E. Trömner. (Bd. 199.)

Literatur und Sprache.

Die Sprachstämme des Erdkreises. Von weil. Prof. Dr. F. N. Finck. (Bd. 267.)

Die Haupttypen des menschlichen Sprachbaues. Von weil. Prof. Dr. F. N. Finck. (Bd. 268.)

Rhetorik. Richtlinien für die Kunst des Sprechens. Von Dr. E. Geißler. (Bd 310.)

Wie wir sprechen. Von Dr. E. Richter. (Bd. 354.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Die deutschen Personennamen. Von Direktor A. Bähnisch. (Bd. 296.)

Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Dr. J. W. Bruinier. 4. Aufl. (Bd. 7.)

Die deutsche Volkssage. Von Dr. O. Böckel. (Bd. 262.)

Das Theater. Schauspielhaus und Schauspielkunst vom griech. Altertum bis auf die Gegenwart. Von Dr. Chr. Gaehde. Mit 20 Abb. (Bd. 230.)

Das Drama. Von Dr. B. Busse. Mit Abbildungen. 2 Bde. (Bd. 287/288.)

Bd. I: Von der Antike zum französischen Klassizismus. (Bd. 287.)

Bd. II: Von Versailles bis Weimar. (Bd. 288.)

Geschichte der deutschen Lyrik seit Claudius. Von Dr. H. Spiero. (Bd. 254.)

Schiller. Von Prof. Dr. Th. Ziegler. Mit Bildnis Schillers. 2. Aufl. (Bd. 74.)

Das deutsche Drama des neunzehnten Jahrhunderts. In seiner Entwicklung dargestellt von Prof. Dr. G. Witkowski. 3. Aufl. Mit 1 Bildn. Hebbels. (Bd. 51.)

Deutsche Romantik. Von Prof. Dr. O. F. Walzel. (Bd. 232.)

Friedrich Hebbel. Von Dr. A. Schapire-Neurath. Mit 1 Bildn. Hebbels. (Bd. 238.)

Gerhart Hauptmann. Von Prof. Dr. E. Sulger-Gebing. Mit 1 Bildn. Gerhart Hauptmanns. (Bd. 283.)

Henrik Ibsen, Björnstjerne Björnson und ihre Zeitgenossen. Von weil. Prof. Dr. B. Kahle. Mit 7 Bildn. (Bd. 193.)

Shakespeare und seine Zeit. Von Prof. Dr. E. Sieper. Mit 3 Taf. u. 3 Textb. (Bd. 185.)

Bildende Kunst und Musik.

Bau und Leben der bildenden Kunst. Von Direktor Dr. Th. Volbehr. Mit 44 Abb. (Bd. 68.)

Die Ästhetik. Von Dr. R. Hamann. (Bd. 345.)

Die Entwicklungsgeschichte der Stile in der bildenden Kunst. Von Dr. E. Cohn-Wiener. 2 Bde. Mit zahlr. Abb. (Bd. 317/318.)

Band I: Vom Altertum bis zur Gotik. Mit 57 Abb. (Bd. 317.)

Band II: Von der Renaissance bis zur Gegenwart. Mit 31 Abb. (Bd. 318.)

Die Blütezeit der griechischen Kunst im Spiegel der Reliefsarkophage. Eine Einführung in die griechische Plastik. Von Dr. H. Wachtler. Mit 8 Taf. u. 32 Abb. (Bd. 272.)

Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Prof. Dr. A. Matthaei. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 8.)

Deutsche Baukunst seit dem Mittelalter bis zum Ausgang des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit 62 Abb. u. 3 Taf. (Bd. 326.)

Die deutsche Illustration. Von Prof. Dr. R. Kautzsch. Mit 35 Abb. (Bd. 44.)

Deutsche Kunst im täglichen Leben bis zum Schlusse des 18. Jahrhunderts. Von Prof. Dr. B. Haendcke. Mit 63 Abb. (Bd. 198.)

Albrecht Dürer. Von Dr. R. Wustmann. Mit 33 Abb. (Bd. 97.)

Rembrandt. Von Prof. Dr. P. Schubring. Mit 50 Abb. (Bd. 158.)

Ostasiatische Kunst und ihr Einfluß auf Europa. Von Direktor Prof. Dr. R. Graul. Mit 49 Abb. (Bd. 87.)

Kunstpflege in Haus und Heimat. Von Superintendent Richard Bürkner. 2. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 77.)

Geschichte der Gartenkunst. Von Reg.-Baum. Chr. Ranck. Mit 41 Abb. (Bd. 274.)

Die Grundlagen der Tonkunst. Versuch einer genetischen Darstellung der allgemeinen Musiklehre. Von Prof. Dr. H. Rietsch. (Bd. 178.)

Einführung in das Wesen der Musik. Von Prof. C. R. Hennig. (Bd. 119.)

Klavier, Orgel, Harmonium. Das Wesen der Tasteninstrumente. Von Prof. Dr. O. Bie. (Bd. 325.)

Geschichte der Musik. Von Dr. Fr. Spiro. (Bd. 143.)

Haydn, Mozart, Beethoven. Von Prof. Dr. T. Krebs. Mit 4 Bildn. (Bd. 92.)

Die Blütezeit der musikalischen Romantik in Deutschland. Von Dr. E. Istel. Mit 1 Silhouette. (Bd. 239.)

Das Kunstwerk Richard Wagners. Von Dr. E. Istel. Mit 1 Bildnis R. Wagners. (Bd. 330.)

Das moderne Orchester in seiner Entwicklung. Von Prof. Dr. Fr. Volbach. Mit Partiturbeisp. u. 2 Instrumententab. (Bd. 308.)

Geschichte und Kulturgeschichte.

Das Altertum im Leben der Gegenwart. Von Prof. Dr. P. Cauer. (Bd. 356.)

Kulturbilder aus griechischen Städten. Von Oberlehrer Dr. E. Siebarth. 2. Aufl. Mit 22 Abb. (Bd. 131.)

Pompeji, eine hellenistische Stadt in Italien. Von Prof. Dr. Fr. v. Duhn. 2. Aufl. Mit 62 Abb. (Bd. 114.)

Soziale Kämpfe im alten Rom. Von Privatdoz. Dr. L. Bloch. 2. Aufl. (Bd. 22.)

Byzantinische Charakterköpfe. Von Privatdoz. Dr. K. Dieterich. Mit 2 Bildn. (Bd. 244.)

Germanische Kultur in der Urzeit. Von Prof. Dr. G. Steinhausen. 2. Aufl. Mit 13 Abb. (Bd. 75.)

Mittelalterliche Kulturideale. Von Prof. Dr. W. Bebel. 2 Bde.

Bd. I: Heldenleben. (Bd. 292.)

Bd. II: Ritterromantik. (Bd. 293.)

Deutsches Frauenleben im Wandel der Jahrhunderte. Von Dir. Dr. E. Otto. 2. Aufl. Mit 27. Abb. (Bd. 45.)

Deutsche Städte und Bürger im Mittelalter. Von Prof. Dr. W. Heil. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. u. 1 Doppeltafel. (Bd. 43.)

Historische Städtebilder aus Holland und Niederdeutschland. Von Reg.-Baum. a. D. A. Erbe. Mit 59 Abb. (Bd. 117.)

Das deutsche Dorf. Von R. Mielke. Mit 51 Abb. (Bd. 192.)

Das deutsche Haus und sein Hausrat. Von Prof. Dr. R. Meringer. Mit 106 Abb. (Bd. 116.)

Kulturgeschichte des deutschen Bauernhauses. Von Reg.-Baum. Chr. Rauch. Mit 70 Abb. (Bd. 121.)

Geschichte des deutschen Bauernstandes. Von Prof. Dr. H. Gerdes. Mit 21 Abb. (Bd. 320.)

Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Dir. Dr. E. Otto. 3. Aufl. Mit 27 Abb. (Bd. 14.)

Deutsche Volksfeste und Volkssitten. Von H. S. Rehm. Mit 11 Abb. (Bd. 214.)

Deutsche Volkstrachten. Von Pfarrer C. Spieß. (Bd. 342.)

Familienforschung. Von Dr. E. Devrient. (Bd. 350.)

Die Münze als hist. Denkmal sowie ihre Bedeutung im Rechts- und Wirtschaftsleben. Von Prof. Dr. A. Luschin v. Ebengreuth. Mit 53 Abb. (Bd. 91.)

Das Buchgewerbe und die Kultur. Sechs Vorträge, gehalten im Auftrage des Deutschen Buchgewerbevereins. Mit 1 Abb. (Bd. 182.)

Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 4.)

Das Zeitungswesen. Von Dr. H. Diez. (Bd. 328.)

Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Prof. Dr. S. Günther. 3. Aufl. Mit 1 Weltk. (Bd. 26.)

Von Luther zu Bismarck. 12 Charakterbilder aus deutscher Geschichte. Von Prof. Dr. O. Weber. (Bd. 123. 124.)

Friedrich der Große. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. Mit 2 Bildn. (Bd. 246.)

Geschichte der Französischen Revolution. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. (Bd. 346.)

Napoleon I. Von Prof. Dr. Th. Bitterauf. 2. Aufl. Mit 1 Bildn. (Bd. 195.)

Politische Hauptströmungen in Europa im 19. Jahrh. Von Prof. Dr. K. Th. v. Heigel. 2. Aufl. (Bd. 129.)

Restauration und Revolution. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. 2. Aufl. (Bd. 37.)

Die Reaktion und die neue Ära. Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der Gegenwart. Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 101.)

Vom Bund zum Reich. Neue Skizzen zur Entwicklungsgeschichte der deutschen Einheit. Von Prof. Dr. R. Schwemer. (Bd. 102.)

1848. Sechs Vorträge. Von Prof. Dr. O. Weber. 2. Aufl. (Bd. 53.)

Österreichs innere Geschichte von 1848 bis 1907. Von Richard Charmatz. 2 Bde. [I 2. Aufl.] Band I: Die Vorherrschaft der Deutschen. (Bd, 242). Band II: Der Kampf der Nationen. (Bd. 243.)

Englands Weltmacht in ihrer Entwicklung vom 17. Jahrhundert bis auf unsere Tage. Von Prof. Dr. W. Langenbeck. Mit 19 Bildn. (Bd. 174.)

Geschichte der Vereinigten Staaten von Amerika. Von Prof. Dr. E. Daenell. (Bd. 147.)

Die Amerikaner. Von R. M. Butler. Deutsche Ausg. bes. von Prof. Dr. W. Paszkowski. (Bd. 319.)

Vom Kriegswesen im 19. Jahrhundert. Von Major O. v. Sothen. Mit 9 Übersichtsk. (Bd. 59.)

Der Krieg im Zeitalter des Verkehrs und der Technik. Von Hauptmann A. Meyer. Mit 3 Abb. (Bd. 271.)

Der Seekrieg. Eine geschichtliche Entwicklung vom Zeitalter der Entdeckungen bis zur Gegenwart. Von K. Freiherrn von Maltzahn, Vize-Admiral a. D. (Bd. 99.)

Die moderne Friedensbewegung. Von A. H. Fried. (Bd. 157.)

Die moderne Frauenbewegung. Ein geschichtlicher Überblick. Von Dr. K. Schirmacher. 2. Aufl. (Bd. 67.)

Rechts- und Staatswissenschaft. Volkswirtschaft.

Deutsches Fürstentum und dtsch. Verfassungsw. Von Prof. Dr. Ed. Hubrich. (Bd. 80.)

Grundzüge der Verfassung des Deutschen Reiches. Von Prof. Dr. E. Loening. 3. Aufl. (Bd. 34.)

Moderne Rechtsprobleme. Von Prof. Dr. J. Kohler. (Bd. 128.)

Die Psychologie des Verbrechers. Von Dr. P. Polligt. Mit 5 Diagrammen. (Bd. 248.)

Strafe und Verbrechen. Von Dr. P. Polligt. (Bd. 323.)

Verbrechen und Aberglaube. Skizzen aus der volkskundlichen Kriminalistik. Von Kammergerichtsref. Dr. A. Hellwig. (Bd. 212.)

Das deutsche Zivilprozeßrecht. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 315.)

Ehe und Eherecht. Von Prof. Dr. L. Wahrmund. (Bd. 115.)

Der gewerbliche Rechtsschutz in Deutschland. Von Patentanw. B. Tolksdorf. (Bd. 138.)

Die Miete nach dem B. G.-B. Ein Handbüchlein für Juristen, Mieter und Vermieter. Von Rechtsanw. Dr. M. Strauß. (Bd. 194.)

Das Wahlrecht. Von Reg.-Rat Dr. O. Poensgen. (Bd. 294.)

Die Jurisprudenz im häuslichen Leben. Für Familie und Haushalt dargestellt. Von Rechtsanw. P. Bienengräber. 2 Bde. (Bd. 219. 220.)

Finanzwissenschaft. Von Prof. Dr. S. P. Altmann. (Bd. 306.)

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. 4. Aufl. (Bd. 2.)

Geschichte der sozialistischen Ideen im 19. Jahrh. Von Privatdoz. Dr. Fr. Muckle. 2 Bände. (Bd. 269. 270.) Band I: Der rationale Sozialismus. (Bd. 269.) Band II: Proudhon und der entwicklungsgeschichtliche Sozialismus. (Bd 270).

Geschichte des Welthandels. Von Oberlehrer Dr. M. G. Schmidt. 2. Aufl. (Bd. 118.)

Geschichte d. deutschen Handels. Von Prof. Dr. W. Langenbeck. (Bd. 237.)

Deutschlands Stellung in der Weltwirtschaft. Von Prof. Dr. P. Arndt. (Bd. 179.)

Deutsches Wirtschaftsleben. Auf geographischer Grundlage geschildert. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Neubearb. von Dr. H. Reinlein. (Bd. 42.)

Die Ostmark. Eine Einführung in die Probleme ihrer Wirtschaftsgeschichte. Von Prof. Dr. W. Mitscherlich. (Bd. 351.)

Die Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens im letzten Jahrh. Von Prof. Dr. L. Pohle. 2. Aufl. (Bd. 57.)

Das Hotelwesen. Von Paul Damm-Etienne. Mit 30 Abb. (Bd. 331.)

Die deutsche Landwirtschaft. Von Dr. W. Claaßen. Mit 15 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 215.)

Innere Kolonisation. Von A. Brenning. (Bd. 261.)

Antike Wirtschaftsgeschichte. Von Dr. O. Neurath. (Bd. 258.)

Aus dem amerikanischen Wirtschaftsleben. Von Prof. J. L. Laughlin. Mit 9 graph. Darst. (Bd. 127.)

Die Japaner und ihre wirtsch. Entwicklung. Von Prof. Dr. K. Rathgen. 2. Aufl. (Bd. 72.)

Die Gartenstadtbewegung. Von Generalsekr. H. Kampffmeyer. Mit 43 Abb. (Bd. 259.)

Das internationale Leben der Gegenwart. Von A. H. Fried. Mit 1 Tafel. (Bd. 226.)

Bevölkerungslehre. Von Prof. Dr. M. Haushofer. (Bd. 50.)

Arbeiterschutz und Arbeiterversicherung. Von Prof. Dr. O. v. Zwiedineck-Südenhorst. (Bd. 78.)

Das Recht der kaufmännisch Angestellten. Von Rechtsanwalt Dr. M. Strauß. (Bd. 361.)

Die Konsumgenossenschaft. Von Prof. Dr. F. Staudinger. (Bd. 222.)

Die Frauenarbeit. Ein Problem des Kapitalismus. Von Prof. Dr. R. Wilbrandt. (Bd. 106.)

Grundzüge des Versicherungswesens. Von Prof. Dr. A. Manes. 2. Aufl. (Bd. 105.)

Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900 (fortgeführt bis zur Gegenwart). Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft. Von Prof. Dr. W. Lotz. 3. Aufl. (Bd. 15.)

Das Postwesen, seine Entwicklung und Bedeutung. Von Postr. J. Bruns. (Bd. 165.)

Die Telegraphie in ihrer Entwicklung und Bedeutung. Von Postr. J. Bruns. Mit 4 Fig. (Bd. 183.)

Deutsche Schiffahrt und Schiffahrtspolitik der Gegenwart. Von Prof. Dr. K. Thieß. (Bd. 169.)

Erdkunde.

Mensch und Erde. Skizzen von den Wechselbeziehungen zwischen beiden. Von weil. Prof. Dr. A. Kirchhoff. 3. Aufl. (Bd. 31.)

Die Eiszeit und der vorgeschichtliche Mensch. Von Prof. Dr. G. Steinmann. Mit 24 Abb. (Bd. 302.)

Die Polarforschung. Geschichte der Entdeckungsreisen zum Nord- und Südpol von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Von Prof. Dr. K. Hassert. 2. Aufl. Mit 6 Karten. (Bd. 38.)

Die Städte. Geographisch betrachtet. Von Prof. Dr. K. Hassert. Mit 21 Abb. (Bd. 163.)

Wirtschaftl. Erdkunde. Von weil. Prof. Dr. Chr. Gruber. 2. Aufl. Bearbeitet von Prof. Dr. K. Dove. (Bd. 122.)

Politische Geographie. Von Dr. E. Schöne. (Bd. 353.)

Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. 4. Aufl. Mit 29 Abb. (Bd. 16.)

Ostseegebiet. Von Privatdozent Dr. G. Braun. (Bd. 367.)

Die Alpen. Von H. Reishauer. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 276.)

Die deutschen Kolonien. (Land und Leute.) Von Dr. A. Heilborn. 2. Aufl. Mit 26 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 98.)

Unsere Schutzgebiete nach ihren wirtschaftlichen Verhältnissen. Im Lichte der Erdkunde dargestellt. Von Dr. Chr. G. Barth. (Bd. 290.)

Australien und Neuseeland. Land, Leute und Wirtschaft. Von Prof. Dr. R. Schachner. (Bd. 366.)

Der Orient. Eine Länderkunde. Von E. Banse. 3 Bde. Mit zahlr. Abb. u. Karten. (Bd. 277. 278. 279.)
Band I: Die Atlasländer. Marokko, Algerien, Tunesien. Mit 15 Abb., 10 Kartenskizzen, 3 Diagr. u. 1 Tafel. (Bd. 277.)
Band II: Der arabische Orient. Mit 29 Abb. u. 7 Diagr. (Bd. 278.) Band III: Der arische Orient. Mit 34 Abb., 3 Kartenskizzen u. 2 Diagr. (Bd. 279.)

Anthropologie. Heilwissenschaft und Gesundheitslehre.

Der Mensch der Urzeit. Vier Vorlesungen aus der Entwicklungsgeschichte des Menschengeschlechts. Von Dr. A. Heilborn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abb. (Bd. 62.)

Die moderne Heilwissenschaft. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel. (Bd. 25.)

Der Arzt. Seine Stellung und Aufgaben im Kulturleben der Gegenwart. Ein Leitfaden der sozialen Medizin. Von Dr. med. M. Fürst. (Bd. 265.)

Der Aberglaube in der Medizin und seine Gefahr für Gesundheit und Leben. Von Prof. Dr. D. von Hansemann. (Bd. 83.)

Arzneimittel und Genußmittel. Von Prof. Dr. O. Schmiedeberg. (Bd. 368.)

Bau und Tätigkeit des menschlichen Körpers. Von Prof. Dr H. Sachs. 3. Aufl. Mit 37 Abb. (Bd. 32.)

Die Anatomie des Menschen. Von Prof. Dr. K. v. Bardeleben. 5 Bde. Mit zahlr. Abb. (Bd. 201. 202. 203. 204. 263.)
I. Teil: Allg. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Mit 69 Abb. (Bd. 201.) II. Teil: Das Skelett. Mit 53 Abb. (Bd. 202.) III. Teil: Das Muskel- und Gefäßsystem. Mit 68 Abb. (Bd. 203.) IV. Teil: Die Eingeweide (Darm, Atmungs-, Harn- u. Geschlechtsorgane). Mit 38 Abb. (Bd. 204.) V. Teil: Statik und Mechanik des menschlichen Körpers. Mit 20 Abb. (Bd. 263.)

Moderne Chirurgie. Von Prof. Dr. Fehler. Mit Abb. (Bd. 339.)

Acht Vorträge aus der Gesundheitslehre. Von weil. Prof. Dr. H. Buchner. 3. Aufl., besorgt von Prof. Dr. M. v. Gruber. Mit 26 Abb. (Bd. 1.)

Herz, Blutgefäße und Blut und ihre Erkrankungen. Von Prof. Dr. H. Rosin. Mit 18 Abb. (Bd. 312.)

Das menschliche Gebiß, seine Erkrankung und Pflege. Von Zahnarzt Fr. Jäger. Mit 24 Abb. (Bd. 229.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Körperliche Verbildungen im Kindesalter und ihre Verhütung. Von Dr. M. David. Mit 26 Abb. (Bd. 321.)

Vom Nervensystem, seinem Bau und seiner Bedeutung für Leib und Seele in gesundem und krankem Zustande. Von Prof. Dr. R. Zander. 2. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 48.)

Die fünf Sinne des Menschen. Von Prof. Dr. J. K. Kreibig. 2. Aufl. Mit 30 Abb. (Bd. 27.)

Das Auge des Menschen und seine Gesundheitspflege. Von Prof. Dr. med. G. Abelsdorff. Mit 15 Abb. (Bd. 149.)

Die menschliche Stimme und ihre Hygiene. Von Prof. Dr. P. H. Gerber. 2. Aufl. Mit 20 Abb. (Bd. 136.)

Die Geschlechtskrankheiten, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Bekämpfung und Verhütung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. Mit 4 Abb. und 1 Tafel. 2. Aufl. (Bd. 251.)

Die Tuberkulose, ihr Wesen, ihre Verbreitung, Ursache, Verhütung und Heilung. Von Generalarzt Prof. Dr. W. Schumburg. 2. Aufl. Mit 1 Tafel und 8 Figuren. (Bd. 47.)

Die krankheiterregenden Bakterien. Von Privatdoz. Dr. M. Loehlein. Mit 33 Abb. (Bd. 307.)

Geisteskrankheiten. Von Anstaltsoberarzt Dr. G. Ilberg. (Bd. 151.)

Krankenpflege. Von Chefarzt Dr. B. Leick. (Bd. 152.)

Gesundheitslehre für Frauen. Von weil. Privatdoz. Dr. R. Stiche r. Mit 13 Abb. (Bd. 171.)

Der Säugling, seine Ernährung und seine Pflege. Von Dr. W. Kaupe. Mit 17 Abb. (Bd. 154.)

Der Alkoholismus. Von Dr. G. B. Gruber. Mit 7 Abb. (Bd. 103.)

Ernährung und Volksnahrungsmittel. Von weil. Prof. Dr. J. Frentzel. 2. Aufl. Neu bearb. von Geh. Rat Prof. Dr. N. Zuntz. Mit 7 Abb. u. 2 Tafeln. (Bd. 19.)

Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Zander. 3. Aufl. Mit 19 Abb. (Bd. 13.)

Naturwissenschaften. Mathematik.

Die Grundbegriffe der modernen Naturlehre. Von Prof. Dr. F. Auerbach. 3. Aufl. Mit 79 Fig. (Bd. 40.)

Die Lehre von der Energie. Von Dr. A. Stein. Mit 13 Fig. (Bd. 257.)

Moleküle — Atome — Weltäther. Von Prof. Dr. G. Mie. 3. Aufl. Mit 27 Fig. (Bd. 58.)

Die großen Physiker und ihre Leistungen. Von Prof. Dr. F. A. Schulze. Mit 7 Abb. (Bd. 324.)

Werdegang der modernen Physik. Von Dr. H. Keller. (Bd. 343.)

Das Licht und die Farben. Von Prof. Dr. L. Graetz. 3. Aufl. Mit 117 Abb. (Bd. 17.)

Sichtbare und unsichtbare Strahlen. Von Prof. Dr. R. Börnstein u. Prof. Dr. W. Marckwald. 2. Aufl. Mit 85 Abb. (Bd. 64.)

Die optischen Instrumente. Von Dr. M. v. Rohr. 2. Aufl. Mit 84 Abb. (Bd. 88.)

Spektroskopie. Von Dr. L. Grebe. Mit 62 Abb. (Bd. 284.)

Das Mikroskop, seine Optik, Geschichte und Anwendung. Von Dr. W. Scheffer. Mit 66 Abb. (Bd. 35.)

Das Stereoskop und seine Anwendungen. Von Prof. Th. Hartwig. Mit 40 Abb. u. 19 Taf. (Bd. 135.)

Die Lehre von der Wärme. Von Prof. Dr. R. Börnstein. Mit 33 Abb. (Bd. 172.)

Die Kälte, ihr Wesen, ihre Erzeugung und Verwertung. Von Dr. H. Alt. Mit 45 Abb. (Bd. 311.)

Luft, Wasser, Licht und Wärme. Neun Vorträge aus dem Gebiete der Experimental-Chemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. 3. Aufl. Mit 115 Abb. (Bd. 5.)

Das Wasser. Von Privatdoz. Dr. O. Anselmino. Mit 44 Abb. (Bd. 291.)

Natürliche und künstliche Pflanzen- und Tierstoffe. Von Dr. B. Bavink. Mit 7 Fig. (Bd. 187.)

Die Erscheinungen des Lebens. Von Prof. Dr. H. Miehe. Mit 40 Fig. (Bd. 130.)

Abstammungslehre und Darwinismus. Von Prof. Dr. R. Hesse. 3. Aufl. Mit 37 Fig. (Fig. 39.)

Experimentelle Biologie. Von Dr. C. Thesing. Mit Abb. 2 Bde. Band I: Experimentelle Zellforschung. (Bd. 336.) Band II: Regeneration, Selbstverstümmelung und Transplantation. (Bd. 337.)

Einführung in die Biochemie. Von Prof. Dr. W. Löb. (Bd. 352.)

Der Befruchtungsvorgang, sein Wesen und seine Bedeutung. Von Dr. E. Teichmann. Mit 7 Abb. u. 4 Doppeltaf. (Bd. 70.)

Das Werden und Vergehen der Pflanzen. Von Prof. Dr. P. Giesevius. Mit 24 Abb. (Bd. 173.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Vermehrung und Sexualität bei den Pflanzen. Von Prof. Dr. E. Küster. Mit 38 Abb. (Bd. 112.)

Unsere wichtigsten Kulturpflanzen (die Getreidegräser). Von Prof. Dr. K. Giesenhagen. 2. Aufl. Mit 38 Fig. (Bd. 10.)

Die fleischfressenden Pflanzen. Von Dr. A. Wagner. Mit Abb. (Bd. 344.)

Der deutsche Wald. Von Prof. Dr. H. Hausrath. Mit 15 Abb. u. 2 Karten. (Bd. 153.)

Die Pilze. Von Dr. A. Eichinger. Mit 54 Abb. (Bd. 334.)

Weinbau und Weinbereitung. Von Dr. F. Schmitthenner. (Bd. 332.)

Der Obstbau. Von Dr. E. Voges. Mit 13 Abb. (Bd. 107.)

Unsere Blumen und Pflanzen im Zimmer. Von Prof. Dr. U. Dammer. (Bd. 359.)

Unsere Blumen und Pflanzen im Garten. Von Prof. Dr. U. Dammer. (Bd. 360.)

Kolonialbotanik. Von Prof. Dr. F. Tobler. Mit 21 Abb. (Bd. 184.)

Kaffee, Tee, Kakao und die übrigen narkotischen Getränke. Von Prof. Dr. A. Wieler. Mit 24 Abb. u. 1 Karte. (Bd. 132.)

Die Milch und ihre Produkte. Von Dr. A. Reitz. (Bd. 362.)

Die Pflanzenwelt des Mikroskops. Von Bürgerschullehrer E. Neukauf. Mit 100 Abb. (Bd. 181.)

Die Tierwelt des Mikroskops (die Urtiere). Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 39 Abb. (Bd. 160.)

Die Beziehungen der Tiere zueinander und zur Pflanzenwelt. Von Prof. Dr. K. Kraepelin. (Bd. 79.)

Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. K. Eckstein. 2. Aufl. Mit 51 Fig. (Bd. 18.)

Tierkunde. Eine Einführung in die Zoologie. Von weil. Privatdoz. Dr. K. Hennings. Mit 34 Abb. (Bd. 142.)

Vergleichende Anatomie der Sinnesorgane der Wirbeltiere. Von Prof. Dr. W. Lubosch. Mit 107 Abb. (Bd. 282.)

Die Stammesgeschichte unserer Haustiere. Von Prof. Dr. C. Keller. Mit 28 Fig. (Bd. 252.)

Die Fortpflanzung der Tiere. Von Prof. Dr. R. Goldschmidt. Mit 77 Abb. (Bd. 253.)

Deutsches Vogelleben. Von Prof. Dr. A. Voigt. (Bd. 221.)

Vogelzug und Vogelschutz. Von Dr. W. R. Eckardt. Mit 6 Abb. (Bd. 218.)

Korallen und andere gesteinbildende Tiere. Von Prof. Dr. W. May. Mit 455 Abb. (Bd. 231.)

Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. Von Prof. Dr. O. Maas. Mit 11 Karten u. Abb. (Bd. 139.)

Die Bakterien. Von Prof. Dr. E. Gutzeit. Mit 13 Abb. (Bd. 233.)

Die Welt der Organismen. In Entwicklung und Zusammenhang dargestellt. Von Prof. Dr. K. Lampert. Mit 52 Abb. (Bd. 236.)

Zwiegestalt der Geschlechter in der Tierwelt (Dimorphismus). Von Dr. Fr. Knauer. Mit 37 Fig. (Bd. 148.)

Die Ameisen. Von Dr. Fr. Knauer. Mit 61 Fig. (Bd. 94.)

Das Süßwasser-Plankton. Von Prof. Dr. O. Zacharias. 2. Aufl. Mit 49 Abb. (Bd. 156.)

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. O. Janson. 2. Aufl. Mit 41 Fig. (Bd. 30.)

Das Aquarium. Von E. W. Schmidt. Mit 15 Fig. (Bd. 335.)

Wind und Wetter. Von Prof. Dr. L. Weber. 2. Aufl. Mit 28 Fig. u. 3 Tafeln. (Bd. 55.)

Gut und schlecht Wetter. Von Dr. R. Hennig. (Bd. 349.)

Der Kalender. Von Prof. Dr. W. F. Wislicenus. (Bd. 69.)

Der Bau des Weltalls. Von Prof. Dr. J. Scheiner. 3. Aufl. Mit 26 Fig. (Bd. 24.)

Entstehung der Welt und der Erde nach Sage und Wissenschaft. Von Prof. Dr. B. Weinstein. (Bd. 223.)

Aus der Vorzeit der Erde. Von Prof. Dr. Fr. Frech. In 6 Bdn. 2. Aufl. Mit zahlr. Abbildungen. (Bd. 207—211, 61.) Band I: Vulkane einst und jetzt. Mit 80 Abb. (Bd. 207.) Band II: Gebirgsbau und Erdbeben. Mit 57 Abb. (Bd. 208.) Band III: Die Arbeit des fließenden Wassers. Mit 51 Abb. (Bd. 209.) Band IV: Die Arbeit des Ozeans und die chemische Tätigkeit des Wassers im allgemeinen. Mit 1 Titelbild und 51 Abb. (Bd. 210.) Band V: Kohlenbildung und Klima der Vorzeit. (Bd. 211.) Band VI: Gletscher und Hochgebirge. 2. Aufl. (Bd. 61.)

Das astronomische Weltbild im Wandel der Zeit. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. Mit 24 Abb. (Bd. 110.)

Probleme der modernen Astronomie. Von Prof. Dr. S. Oppenheim. (Bd. 355.)

Die Sonne. Von Dr. A. Krause. Mit zahlreichen Abb. (Bd. 357.)

Der Mond. Von Prof. Dr. J. Franz. Mit 31 Abb. (Bd. 90.)

Die Planeten. Von Prof. Dr. B. Peter. Mit 18 Fig. (Bd. 240.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Arithmetik und Algebra zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. In 2 Bdn. Mit zahlr. Fig. (Bd. 120. 205.) I. Teil: Die Rechnungsarten. Gleichungen ersten Grades mit einer und mehreren Unbekannten. Gleichungen zweiten Grades. 2. Aufl. Mit 9 Fig. (Bd. 120.) II. Teil: Gleichungen. Arithmetische und geometrische Reihen. Zinseszins- und Rentenrechnung. Komplexe Zahlen. Binomischer Lehrsatz. 2. Aufl. Mit 21 Fig. (Bd. 205.)

Praktische Mathematik. Von Dr. R. Neuendorff. Mit 69 Fig. (Bd. 341.)

Planimetrie zum Selbstunterricht. Von Prof. Dr. P. Crantz. Mit 99 Fig. (Bd. 340.)

Einführung in die Infinitesimalrechnung mit einer historischen Übersicht. Von Prof. Dr. G. Kowalewski. Mit 18 Fig. (Bd. 197.)

Mathematische Spiele. Von Dr. W. Ahrens. 2. Aufl. Mit 70 Fig. (Bd. 170.)

Das Schachspiel und seine strategischen Prinzipien. Von Dr. M. Lange. Mit den Bildnissen E. Laskers und P. Morphys, 1 Schachbrettafel und 43 Darst. von Übungsspielen. (Bd. 281.)

Angewandte Naturwissenschaft. Technik.

Am sausenden Webstuhl der Zeit. Von Prof. Dr. W. Launhardt. 3. Aufl.) Mit 16 Abb. (Bd. 23.)

Bilder aus der Ingenieurtechnik. Von Baurat K. Merckel. Mit 43 Abb. (Bd. 60.)

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit. Von Baurat K. Merckel. 2. Aufl. Mit 55 Abb. (Bd. 28.)

Die Handfeuerwaffen. Ihre Entwicklung und Technik. Von Hauptmann R. Weiß. (Bd. 364.)

Der Eisenbetonbau. Von Dipl.-Ing. E. Haimovici. Mit 81 Abb. (Bd. 275.)

Das Eisenhüttenwesen. Von Geh. Bergrat Prof. Dr. H. Wedding. 3. Aufl. Mit 15 Fig. (Bd. 20.)

Die Metalle. Von Prof. Dr. K. Scheid. 2. Aufl. Mit 16 Abb. (Bd. 29.)

Mechanik. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Ihering. 3 Bde. (Bd. 303/305.) Band I: Die Mechanik der festen Körper. Mit 61 Abb. (Bd. 303.) Band II: Die Mechanik der flüssigen Körper. (In Vorb.) (Bd. 304.) Band III: Die Mechanik der gasförmigen Körper. (In Vorb.) (Bd. 305.)

Maschinenelemente. Von Prof. R. Vater. Mit 184 Abb. (Bd. 301.)

Hebezeuge. Das Heben fester, flüssiger und luftförmiger Körper. Von Prof. R. Vater. Mit 67 Abb. (Bd. 196.)

Dampf und Dampfmaschine. Von Prof. R. Vater. 2. Aufl. Mit 45 Abb. (Bd. 63.)

Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen (Gasmaschinen). Von Prof. R. Vater. 3. Aufl. Mit 33 Abb. (Bd. 21.)

Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmekraftmaschinen. Von Prof. R. Vater. 2. Aufl. Mit 48 Abb. (Bd. 86.)

Die Wasserkraftmaschinen und die Ausnützung der Wasserkräfte. Von Kais. Geh. Reg.-Rat A. v. Ihering. Mit 73 Fig. (Bd. 228.)

Landwirtsch. Maschinenkunde. Von Prof. Dr. G. Fischer. Mit 62 Abb. (Bd. 316.)

Die Spinnerei. Von Dir. Prof. M. Lehmann. Mit Abb. (Bd. 338.)

Die Eisenbahnen, ihre Entstehung und gegenwärtige Verbreitung. Von Prof. Dr. Fr. Hahn. Mit zahlr. Abb. (Bd. 71.)

Die technische Entwicklung der Eisenbahnen der Gegenwart. Von Eisenbahnbau- u. Betriebsinsp. E. Biedermann. Mit 50 Abb. (Bd. 144.)

Die Klein- und Straßenbahnen. Von Oberingenieur a. D. A. Liebmann. Mit 85 Abb. (Bd. 322.)

Das Automobil. Eine Einführung in Bau und Betrieb des modernen Kraftwagens. Von Ing. K. Blau. 2. Aufl. Mit 83 Abb. (Bd. 166.)

Grundlagen der Elektrotechnik. Von Dr. R. Blochmann. Mit 128 Abb. (Bd. 168.)

Die Telegraphen- und Fernsprechtechnik in ihrer Entwicklung. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit 58 Abb. (Bd. 235.)

Drähte und Kabel, ihre Anfertigung und Anwendung in der Elektrotechnik. Von Telegrapheninspektor H. Brick. Mit 43 Abb. (Bd. 285.)

Die Funkentelegraphie. Von Oberpostpraktikant H. Thurn. Mit 53 Illustr. (Bd. 167.)

Nautik. Von Dir. Dr. J. Möller. Mit 58 Fig. (Bd. 255.)

Die Luftschiffahrt, ihre wissenschaftlichen Grundlagen und ihre technische Entwicklung. Von Dr. R. Rimführ. 2. Aufl. Mit 42 Abb. (Bd. 300.)

Die Beleuchtungsarten der Gegenwart. Von Dr. W. Brüsch. Mit 155 Abb. (Bd. 108.)

Heizung und Lüftung. Von Ingenieur J. E. Mayer. Mit 40 Abb. (Bd. 241.)

Aus Natur und Geisteswelt.

Jeder Band geheftet M. 1.—, in Leinwand gebunden M. 1.25.

Industrielle Feuerungsanlagen und Dampfkessel. Von Ingenieur J. E. Mayer. (Bd. 348.)

Die Uhr. Von Reg.-Bauführer a. D. H. Bock. Mit 47 Abb. (Bd. 216.)

Wie ein Buch entsteht. Von Prof. A. W. Unger. 2. Aufl. Mit 7 Taf. u. 26 Abb. (Bd. 175.)

Einführung in die chemische Wissenschaft. Von Prof. Dr. W. Löb. Mit 16 Fig. (Bd. 264.)

Bilder aus der chemischen Technik. Von Dr. A. Müller. Mit 24 Abb. (Bd. 191.)

Der Luftstickstoff und seine Verwertung. Von Prof. Dr. K. Kaiser. Mit 13 Abb. (Bd. 313.)

Agrikulturchemie. Von Dr. P. Krische. Mit 21 Abb. (Bd. 314.)

Die Bierbrauerei. Von Dr. A. Bau. Mit 47 Abb. (Bd. 333.)

Chemie und Technologie der Sprengstoffe. Von Prof. Dr. R. Biedermann. Mit 15 Fig. (Bd. 286.)

Photochemie. Von Prof. Dr. G. Kümmell. Mit 23 Abb. (Bd. 227.)

Die Kinematographie. Von Dr H. Lehmann. (Bd. 358.)

Elektrochemie. Von Prof. Dr. K. Arndt. Mit 38 Abb. (Bd. 234.)

Die Naturwissenschaften im Haushalt. Von Dr. J. Bongardt. 2 Bde. Mit zahlr. Abb. (Bd. 125. 126.)
I. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für die Gesundheit der Familie? Mit 31 Abb. (Bd. 125.) II. Teil: Wie sorgt die Hausfrau für gute Nahrung? Mit 17 Abb. (Bd. 126.)

Chemie in Küche und Haus. Von weil. Prof. Dr. G. Abel. 2. Aufl. von Dr. J. Klein. Mit 1 Doppeltafel. (Bd. 76.)

Die Kultur der Gegenwart

ihre Entwicklung und ihre Ziele

Herausgegeben von Professor **Paul Hinneberg**

Von Teil I und II sind erschienen:

Teil I, Abt. 1: **Die allgemeinen Grundlagen der Kultur der Gegenwart.** Bearb. von W. Lexis, Fr. Paulsen, G. Schöppa, G. Kerschensteiner, A. Matthias, H. Gaudig, W. v. Dyck, E. Pallat, K. Kraepelin, J. Lessing, O. N. Witt, P. Schlenther, G. Göhler, K. Bücher, R. Pietschmann, F. Milkau, H. Diels. (XV u. 671 S.) Lex. 8. 1906. [2. Aufl. u. d. Pr.] Geh. M. 16.—, in Leinw. geb. M. 18.—

„Die berufensten Fachleute reden über ihr Spezialgebiet in künstlerisch so hochstehender, dabei dem Denkenden so leicht zugehender Sprache, zudem mit einer solchen Konzentration der Gedanken, daß Seite für Seite nicht nur hohen künstlerischen Genuß verschafft, sondern einen Einblick in die Einzelgebiete verstattet, der an Intensität kaum von einem anderen Werke übertroffen werden könnte." **(Nationalzeitung, Basel.)**

Teil I, Abt. 3, 1: **Die orientalischen Religionen.** Bearb. von: E. Lehmann. A. Erman, C. Bezold, H. Oldenberg, J. Goldziher, A. Grünwedel, J. J. M. de Groot, K. Florenz, H. Haas, (VII u. 267 S.) Lex.-8. 1906. Geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 9.—.

„Auch dieser Band des gelehrten Werkes ist zu inhaltvoll und zu vielseitig, um auf kurzem Raum gewürdigt werden zu können. Auch er kommt den Interessen des bildungsbedürftigen Publikums und der Gelehrtenwelt in gleichem Maße entgegen. ... Die Zahl und der Klang der Namen aller beteiligten Autoren bürgt dafür, daß ein jeder nur vom Besten das Beste zu geben bemüht war." **(Berliner Tageblatt.)**

Teil I, Abt. 4, 1: **Geschichte der christlichen Religion.** Mit Einleitung: Die israelitisch-jüdische Religion. Bearbeitet von: J. Wellhausen, A. Jülicher, A. Harnack, N. Bonwetsch, K. Müller, A. Ehrhard, E. Troeltsch. 2., stark vermehrte und verbesserte Auflage. (X u. 792 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 18.—, in Leinwand geb. M. 20.—

Die Kultur der Gegenwart

Teil I, Abt. 4, II: **Systematische christliche Religion.** Bearbeitet von E. Troeltsch, J. Pohle, J. Mausbach, C. Krieg, W. Herrmann, R. Seeberg, W. Faber, H. J. Holtzmann. 2., verb. Auflage. (VIII u. 279 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 6.60, in Leinwand geb. M. 8.—

„... Die Arbeiten des ersten Teiles sind sämtlich, dafür bürgt schon der Name der Verfasser, ersten Ranges. Am meisten Aufsehen zu machen verspricht Troeltsch, Aufriß der Geschichte des Protestantismus und seiner Bedeutung für die moderne Kultur. ... Alles in allem, der vorliegende Band legt Zeugnis ab dafür, welche bedeutende Rolle für die Kultur der Gegenwart Christentum und Religion spielen." (Zeitschr. f. Kirchengeschichte.)

Teil I, Abt. 5: **Allgemeine Geschichte der Philosophie.** Bearbeitet v.: W. Wundt, H. Oldenberg, J. Goldziher, W. Grube, T. Jnouye, H. v. Arnim, Cl. Baeumker, W. Windelband. (VIII u. 572 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 12.—, in Leinw. geb. M. 14.—.

„... Man wird nicht leicht ein Buch finden, das, wie die ‚Allgemeine Geschichte der Philosophie' von einem gleich hohen überblickenden und umfassenden Standpunkt aus, mit gleicher Klarheit und Tiefe und dabei in fesselnder Darstellung eine Geschichte der Philosophie von ihren Anfängen bei den primitiven Völkern bis in die Gegenwart und damit eine Geschichte des geistigen Lebens überhaupt gibt." (Zeitschrift f. lateinl. höh. Schulen.)

Teil I, Abt. 6: **Systematische Philosophie.** Bearbeitet von: W. Dilthey, A. Riehl, W. Wundt, W. Ostwald, H. Ebbinghaus, R. Eucken, Fr. Paulsen, W. Münch, Th. Lipps. 2. Aufl. (X u. 435 S.) Lex. 8. 1908. Geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—

„Hinter dem Rücken jedes der philosophischen Forscher steht Kant, wie er die Welt in ihrer Totalität dachte und erlebte; der „neukantische", rationalisierte Kant scheint in den Hintergrund treten zu wollen, und in manchen Köpfen geht bereits das Licht des gesamten Weltlebens auf." (Archiv für systematische Philosophie.)

Um es gleich vorweg zu sagen: Von philosophischen Büchern, die sich einem außerhalb der engen Fachkreise stehenden Publikum anbieten, wüßte ich nichts besseres zu nennen als diese Systematische Philosophie." (Pädagogische Zeitung.)

Teil I, Abt. 7: **Die orientalischen Literaturen.** Bearbeitet von: E. Schmidt, A. Erman, C. Bezold, H. Gunkel, Th. Nöldeke, M. J. de Goeje, R. Pischel, K. Geldner, P. Horn, F. N. Finck, W. Grube, K. Florenz. (IX u. 419 S.) Lex. 8. 1906. Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 12.—

„... So bildet dieser Band durch die Klarheit und Übersichtlichkeit der Anlage, Knappheit der Darstellung, Schönheit der Sprache ein in hohem Grade geeignetes Hilfsmittel zur Einführung in das Schrifttum der östlichen Völker, die gerade in den letzten Jahrzehnten unser Interesse auf sich gelenkt haben." (Leipziger Zeitung.)

Teil I, Abt. 8: **Die griechische und lateinische Literatur und Sprache.** Bearbeitet von: U. v. Wilamowitz-Moellendorff, K. Krumbacher. J. Wackernagel, Fr. Leo, E. Norden, F. Skutsch. 3. Auflage. (VIII u. ca. 500 S.) Lex. 8. 1911. Geh. ca. M. 10.—, in Leinwand geb. ca. M. 12.—

„Das sei allen sechs Beiträgen nachgerühmt, daß sie sich dem Zwecke des Gesamtwerkes in geradezu bewundernswerter Weise angepaßt haben: immer wieder wird des Lesers Blick auf die großen Zusammenhänge hingelenkt, die zwischen der klassischen Literatur und Sprache und unserer Kultur bestehen." (Byzantinische Zeitschrift.)

Teil I, Abt. 9: **Die osteuropäischen Literaturen** und die slawischen Sprachen. Bearbeitet von: V. v. Jagić, A. Wesselovsky, A. Brückner, J. Máchal, M. Murko, A. Thumb, Fr. Riedl, E. Setälä, G. Suits, A. Bezzenberger, E. Wolter. (VIII u. 396 S.) Lex. 8. 1908. Geh. M. 10.—, in Leinwand geb. M. 12.—

„... Eingeleitet wird der Band mit einer ausgezeichneten Arbeit von Jagićs über ‚Die slawischen Sprachen'. Für den keiner slawischen Sprache kundigen Leser ist diese Einführung sehr wichtig. Ihr folgt eine Monographie der russischen Literatur aus der Feder des geistvollen Wesselovsky. Die südslawischen Literaturen von Murko sind hier in deutscher Sprache wohl erstmals zusammenfassend behandelt worden. Mit Wolters Abriß der lettischen Literatur schließt der verdienstvolle Band, der jedem unentbehrlich sein wird, der sich mit dem einschlägigen Schrifttum bekannt machen will." (Berliner Lokal-Anzeiger.)

Die Kultur der Gegenwart

Teil I, Abt. 11, I: **Die romanischen Literaturen und Sprachen** mit Einschluß des Keltischen. Bearbeitet von: H. Zimmer, K. Meyer, L. Chr. Stern, H. Morf, W. Meyer-Lübke. (VIII u. 499 S.) Lex.-8. 1909. Geh. M. 12.—, in Leinw. geb. M. 14.—

„Auch ein kühler Beurteiler wird diese Arbeit als ein Ereignis bezeichnen.... Die Darstellung ist derart durchgearbeitet, daß sie in vielen Fällen auch der wissenschaftlichen Forschung als Grundlage dienen kann." **(Jahrbuch für Zeit- u. Kulturgeschichte.)**

Teil II, Abt. 2, I: **Allgem. Verfassungs- u. Verwaltungsgeschichte.** I. Hälfte. Bearb. v.: A. Vierkandt, L. Wenger, M. Hartmann, O. Franke, K. Rathgen, A. Luschin v. Ebengreuth. (VII u. 373 S.) Lex. 8. 1911. Geh. M. 10.—, in Leinw. geb. M. 11.—

Dieser Band behandelt, dem Charakter des Gesamtwerkes entsprechend, in großzügiger Darstellung aus der Feder der berufensten Fachleute die allgemein historisch und kulturgeschichtlich wichtigen Tatsachen der Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte und führt einerseits von den Anfängen bei den primitiven Völkern und den Völkern des orientalischen Altertums über die islamischen Staaten bis zu den modernen Verhältnissen in China und Japan, andererseits vom europäischen Altertum und den Germanen bis zum Untergang des römischen Reiches deutscher Nation.

Teil II, Abt. 3: **Staat und Gesellschaft des Orients.** Bearbeitet von A. Vierkandt, G. Maspero, M. Hartmann, O. Franke, K. Rathgen. [Unter der Presse.]

Teil II, Abt. 4, I: **Staat und Gesellschaft der Griechen u. Römer.** Bearbeitet von: U. v. Wilamowitz-Moellendorff, B. Niese. (VI u. 280 S.) Lex.-8. 1910. Geh. M. 8.—, in Leinwand geb. M. 10.—

„Ich habe noch keine Schrift von Wilamowitz gelesen, die im prinzipiellen den Leser so selten zum Widerspruch herausforderte wie diese. Dabei eine grandiose Arbeitsleistung und des Neuen und Geistreichen sehr vieles.... Neben dem glänzenden Stil von Wilamowitz hat die schlichte Darstellung der Römerwelt durch B. Niese einen schweren Stand, den sie aber ehrenvoll behauptet...." **(Südwestdeutsche Schulblätter.)**

Teil II, Abt. 5, I: **Staat und Gesellschaft der neueren Zeit** (bis zur französischen Revolution). Bearbeitet von F. v. Bezold, E. Gothein, R. Koser. (VI u. 349 S.) Lex.-8. 1908. Geheftet M. 9.—, in Leinwand geb. M. 11.—

„Wenn drei Historiker von solchem Range wie Bezold, Gothein und Koser sich dergestalt, daß jeder sein eigenstes Spezialgebiet bearbeitet, in die Behandlung eines Themas teilen, dürfen wir sicher sein, daß das Ergebnis vortrefflich ist. Dieser Band rechtfertigt solche Erwartung." **(Literarisches Zentralblatt.)**

Teil II, Abt. 8: **Systematische Rechtswissenschaft.** Bearbeitet von: R. Stammler, R. Sohm, K. Gareis, V. Ehrenberg, L. v. Bar, L. Seuffert, F. v. Liszt, W. Kahl, P. Laband, G. Anschütz, E. Bernatzik, F. v. Martitz. (X, LX u. 526 S.) Lex.-8. 1906. Geheftet M. 14.—, in Leinwand geb. M. 16.—

„... Es ist jedem Gebildeten, welcher das Bedürfnis empfindet, sich zusammenfassend über den gegenwärtigen Stand unserer Rechtswissenschaft im Verhältnis zur gesamten Kultur zu orientieren, die Anschaffung des Werkes warm zu empfehlen." **(Blätt. f. Genossenschaftsw.)**

Teil II, Abt. 10, I: **Allgemeine Volkswirtschaftslehre.** Von W. Lexis. (VI u. 259 S.) Lex.-8. 1910. Geh. M. 7.—, in Leinwand geb. M. 9.—

„... Ausgezeichnet durch Klarheit und Kürze der Definitionen, wird die ‚Allgemeine Volkswirtschaftslehre' von Lexis sicher zu einem der beliebtesten Einführungsbücher in die Volkswirtschaftslehre werden. Eine zum selbständigen Studium der Volkswirtschaftstheorie völlig ausreichende, den Leser zum starken Nachdenken anregende Schrift. ...Das Werk können wir allen volkswirtschaftlich-theoretisch interessierten Lesern warm empfehlen." **(Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zucker-Industrie.)**

Probeheft und Sonderprospekte umsonst und postfrei vom Verlag B. G. Teubner in Leipzig.

Schaffen und Schauen

Zweite Auflage **Ein Führer ins Leben** Zweite Auflage

1. Band: **Von deutscher Art und Arbeit**

2. Band: **Des Menschen Sein und Werden**

Unter Mitwirkung von

R. Bürkner · J. Cohn · H. Dade · R. Deutsch · A. Dominicus · K. Dove · E. Fuchs
P. Klopfer · E. Koerber · O. Lyon · E. Maier · Gustav Maier · E. v. Maltzahn
† A. v. Reinhardt · F. A. Schmidt · O. Schnabel · G. Schwamborn
G. Steinhausen · E. Teichmann · A. Thimm · E. Wentscher · A. Witting
G. Wolff · Th. Zielinski · Mit 8 allegorischen Zeichnungen von Alois Kolb

Jeder Band in Leinwand gebunden M. 5.—

Nach übereinstimmendem Urteile von Männern des öffentlichen Lebens und der Schule, von Zeitungen und Zeitschriften der verschiedensten Richtungen löst „Schaffen und Schauen" in erfolgreichster Weise die Aufgabe, die deutsche Jugend in die Wirklichkeit des Lebens einzuführen und sie doch in idealem Lichte sehen zu lehren.

Bei der Wahl des Berufes hat sich „Schaffen und Schauen" als ein weitblickender Berater bewährt, der einen Überblick gewinnen läßt über all die Kräfte, die das Leben unseres Volkes und des Einzelnen in Staat, Wirtschaft und Technik, in Wissenschaft, Weltanschauung und Kunst bestimmen.

Zu tüchtigen Bürgern unsere gebildete deutsche Jugend werden zu lassen, kann „Schaffen und Schauen" helfen, weil es nicht Kenntnis der Formen, sondern Einblick in das Wesen und Einsicht in die inneren Zusammenhänge unseres nationalen Lebens gibt und zeigt, wie mit ihm das Leben des Einzelnen aufs engste verflochten ist.

Im ersten Bande werden das deutsche Land als Boden deutscher Kultur, das deutsche Volk in seiner Eigenart, das Deutsche Reich in seinem Werden, die deutsche Volkswirtschaft nach ihren Grundlagen und in ihren wichtigsten Zweigen, der Staat und seine Aufgaben, für Wehr und Recht, für Bildung wie für Förderung und Ordnung des sozialen Lebens zu sorgen, die bedeutsamsten wirtschaftspolitischen Fragen und die wesentlichsten staatsbürgerlichen Bestrebungen, endlich die wichtigsten Berufsarten behandelt.

Im zweiten Bande werden erörtert die Stellung des Menschen in der Natur, die Grundbedingungen und Äußerungen seines leiblichen nnd seines geistigen Daseins, das Werden unserer geistigen Kultur, Wesen und Aufgaben der wissenschaftlichen Forschung im allgemeinen wie der Geistes- und Naturwissenschaften im besonderen, die Bedeutung der Philosophie, Religion und Kunst als Erfüllung tiefwurzelnder menschlicher Lebensbedürfnisse und endlich zusammenfassend die Gestaltung der Lebensführung auf den in dem Werke dargestellten Grundlagen.

Verlag von B. G. Teubner in Leipzig und Berlin

Was spricht in unserem Heim mehr zu uns als dessen Bildschmuck?

Und doch wie gedankenlos wird er oft gewählt! Wir wollen gar nicht von Öldrucken schlimmster Art reden! Auch die Reproduktion eines berühmten Gemäldes, oft undeutschen Empfindungsgehaltes, an der Wand verschwindend, das Beste des Kunstwerkes durch Kleinheit und Farblosigkeit vernichtend, was vermag sie uns als Wandschmuck in unserem Heim zu sagen, wenn wir nach des Tages verwirrendem Getriebe Sammlung in ihm suchen?

Welcher Art soll vielmehr ein Bild im deutschen Hause sein?

Vor allem muß deutsches Empfinden, deutsche Innigkeit, deutsche Heimatliebe darin zum Ausdruck kommen. Nur so vermag es zu uns zu sprechen, nur so wird es aus unerschöpflichem Quell immer Neues zu sagen wissen.

Darum darf ein Bild vor allem auch keine alltäglichen Plattheiten und Süßlichkeiten bieten, deren wir als ernsthafte Menschen in kurzer Zeit überdrüssig sind. Es muß uns sodann nicht nur durch seinen Inhalt, sondern auch durch die Kunst der Darstellung des Geschauten immer aufs neue fesseln. Das vermag eine Reproduktion nun überhaupt kaum, das kann nur ein Originalkunstwerk. Das Bild endlich muß eine gewisse Kraft der Darstellung besitzen, es muß den Raum, in dem es hängt, durchdringen und beherrschen.

Teubners Künstler-Steinzeichnungen

(Original-Lithographien) bieten all das, was wir von einem guten Wandbild im deutschen Hause fordern müssen. Sie bieten Werke großer, ursprünglicher, farbenfroher Kunst, die uns das Schöne einer Welt von Formen und Farben mit den Augen des Künstlers sehen lassen und sie in dessen unmittelbarer Sprache wiedergeben. In der Original-Lithographie führt der Künstler eigenhändig die Zeichnung auf dem Stein aus, bearbeitet die Platten, bestimmt die Wahl der Farben und überwacht den Druck. Das Bild ist also bis in alle Einzelheiten hinein das Werk des Künstlers, der unmittelbare Ausdruck seiner Persönlichkeit. Keine Reproduktion kann dem gleichkommen an künstlerischem Wert und künstlerischer Wirkung.

Teubners Künstler-Steinzeichnungen sind Werke echter Heimatkunst, die stark und lebendig auf uns wirken. Das deutsche Land in seiner wunderbaren Mannigfaltigkeit, seine Tier- und Pflanzenwelt, seine Landschaft und sein Volksleben, seine Werkstätten und seine Fabriken, seine Schiffe und Maschinen, seine Städte und seine Denkmäler, seine Geschichte und seine Helden, seine Märchen und seine Lieder bieten vor allem den Stoff zu den Bildern.

Sie enthalten eine große Auswahl verschiedenartiger Motive und Farbenstimmungen in den verschiedensten Größen, unter denen sich für jeden Raum, den vornehmsten wie das einfachste Wohnzimmer, geeignete Blätter finden. Neben ihrem hohen künstlerischen Wert besitzen sie den Vorzug der Preiswürdigkeit. All das macht sie zu willkommenen Geschenken zu Weihnachten, Geburtstagen und Hochzeiten und macht sie zum besten, zu

dem künstlerischen Wandschmuck für das deutsche Haus!

Die **großen Blätter** im Format 100×70, 75×55 und 60×50 kosten M. 6.—, bzw. M. 5.— und M. 3.—. Die Blätter in dem Format 41×30 nur M. 2.50 und die **Bunten Blätter** gar nur M. 1.—. Preiswerte **Rahmen**, die auch die Anschaffung eines gerahmten Bildes ohne nennenswerte Mehrkosten gestatten, liefert die Verlagshandlung in verschiedenen Ausführungen und Holzarten für das Bildformat 100×70 in der Preislage von M. 4.50 bis M. 16.—, für das Format 75×55 von M. 4.— bis M. 12.—, für das Format 41×30 von M. 1.75 bis M. 4.50.

RE... FROM WH... RC...

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

25Jun'62WA

IN STACKS

JUN 11 1962

RECD LD

NOV 29 1962

LD 21A-50m-3,'62
(C7097s10)476B

General Library
University of California
Berkeley

Illustrierter Katalog mit ca. 170 farbigen Abbildungen
Einsendung ... endem Text gegen
...nnig) vom Verlag
...he 3/5.